



HAL
open science

Les Cahiers de RECITS n°8 (2011)

Robert Belot, Laurent Heyberger, Serge Benoît, Cyril Foasso, Stéphane Kronenberger, Patrice Louiso, Stéphane William Mehyong, Robert Edgard Ndong, Pierre Périlhon, Francis Péroz, et al.

► **To cite this version:**

Robert Belot, Laurent Heyberger, Serge Benoît, Cyril Foasso, Stéphane Kronenberger, et al.. Les Cahiers de RECITS n°8 (2011). Robert Belot; Laurent Heyberger. Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 8, 2012, Les Cahiers de RECITS, 978-2-914279-64-2. hal-04323753

HAL Id: hal-04323753

<https://hal.science/hal-04323753v1>

Submitted on 5 Dec 2023

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.

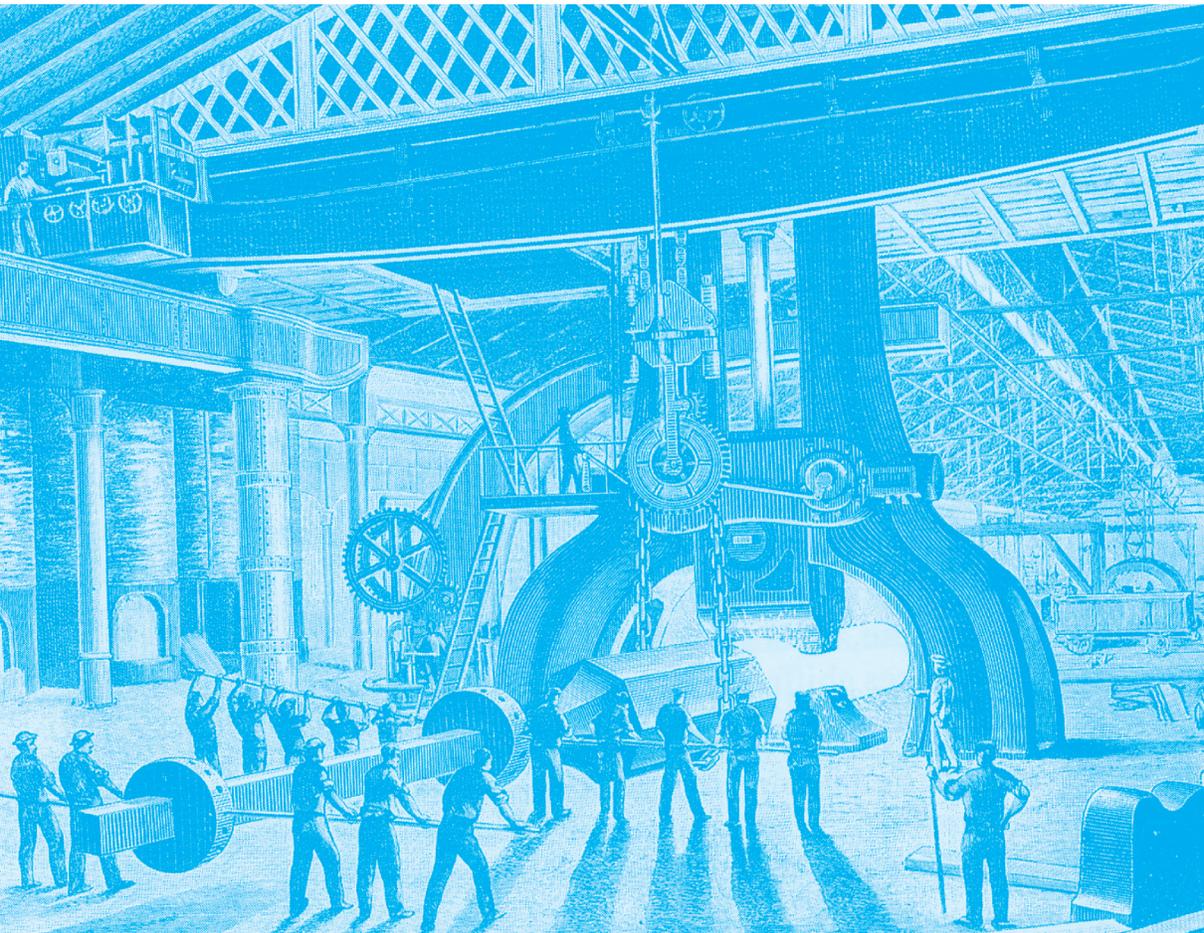
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Public Domain

Cahiers de RECITS

N° 8 - 2011

Le risque technique



Cahiers du laboratoire RECITS (UTBM)
Laboratoire de Recherches et Études sur le Changement Industriel,
Technologique et Sociétal (RECITS, EA 3897)
90010 Belfort cedex.

Responsable scientifique : Robert BELOT

Tél. +33 (0)3 84 58 32 37

Fax +33 (0)3 84 58 31 78

Courriel : robert.belot@utbm.fr

Rédacteur en chef : Laurent HEYBERGER

Courriel : laurent.heyberger@utbm.fr

Ce laboratoire de recherche en sciences humaines et sociales s'inscrit dans une volonté de renforcer la dimension « Humanités » de l'UTBM, tant au niveau de l'enseignement que celui de la recherche.

Il a pour vocation de développer la dimension humaniste de la formation de l'ingénieur, notamment par une démarche d'aide à la compréhension de la complexité des phénomènes technologiques par leurs implications économiques et sociales.

Sa démarche consiste :

- à penser la technologie comme un fait social et culturel ;
- à penser ce fait dans sa complexité et sa contextualité ;
- à situer le phénomène à l'intersection de l'économie, du politique et du scientifique.

Les axes de recherche retenus en rapport avec les compétences apportées par les enseignants-chercheurs sont :

- politiques industrielles : logiques, acteurs, territoires, innovation ;
- histoire et mémoire des entreprises, patrimoine ;
- représentations de la technique.

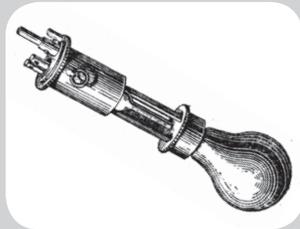
Cahiers de RECITS : ISSN 1769-9592

Rédaction : université de technologie de Belfort-Montbéliard

UTBM, site de Sevenans, 90010 Belfort cedex

Carine Bourgeois

Tél. +33 (0)3 84 58 35 58



Cahiers de RECITS n° 8

Risque technique : perception et gestion

Recherches et Études sur le Changement Industriel,
Technologique et Sociétal, Université de technologie
de Belfort-Montbéliard (UTBM)

Cahiers du laboratoire RECITS (UTBM), EA n° 3897
Laboratoire de Recherches et Études sur le Changement Industriel,
Technologique et Sociétal (RECITS)
90010 Belfort cedex.

Responsable scientifique : Robert Belot
Tél : 33 (0)3 84 58 32 37

Rédacteur en chef : Laurent Heyberger
Courriel : laurent.heyberger@utbm.fr

Comité de lecture

A PRÈS AVOIR FAIT PEAU NEUVE EN 2004, les *Cahiers de RECITS* se dotent avec ce numéro d'un comité de lecture. Nous tenons à remercier les trente collègues qui ont accepté de partager cette aventure avec nous. Au-delà de la qualité propre au présent numéro, nous espérons que le passage au comité de lecture sera gage de maturité pour les *Cahiers de RECITS* dont le laboratoire éponyme arrive lui-même à une certaine reconnaissance : jeune équipe en 2000, équipe d'accueil en 2004, classé A par l'AERES en 2011.

Pour débiter l'aventure, rien de plus approprié pour une revue dédiée à la compréhension des phénomènes technologiques que de se pencher sur la notion de risque technique. Avec la publication des actes de la journée d'étude organisée sur ce sujet par le pôle culture technique du Centre d'histoire des techniques de Paris I Panthéon-Sorbonne, les *Cahiers de RECITS* restent fidèles à leur vocation d'ouverture, accueillant aussi bien des contributions de doctorants que celles de chercheurs confirmés, mais aussi à leur positionnement dans les champs innovants dans le domaine des études SHS de la technologie.

Avec le risque technique est abordée une partie de la face « obscure » ou perçue comme telle de la technologie, phénomène qui suscite un regain d'intérêt depuis quelques années au travers des différentes journées d'étude, thèses, redécouvertes de textes technophobes comme ceux d'Eugène Huzard ou encore d'ouvrages collectifs. Au sein de cette approche qui questionne entre autres la pertinence de l'opposition trop facile entre modernisme et postmodernisme, la perception du risque technologique et sa gestion constituent un champ fécond en France comme à l'étranger.

Fidèles à leur regard critique mais non partisans sur la technologie, les *Cahiers* 2011 s'ouvrent donc sur une mise en perspective dans la longue durée de la notion de risque par l'organisateur de la journée d'étude, Ben-

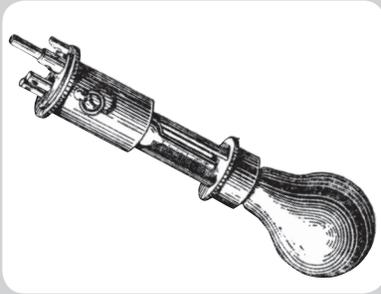
jamin Ravier. Étrange et triste hasard du calendrier, la publication de ce numéro thématique coïncide avec la catastrophe majeure de Fukushima, à laquelle fait écho la contribution de Cyrille Foasso qui montre comment, pour la première fois dans l'histoire, une industrie civile renverse la logique traditionnelle et s'oblige à réfléchir à la catastrophe avant qu'elle n'advienne... mais c'était avant les accidents de TMI et Tchernobyl... Pierre Périlhon, ancien ingénieur de sécurité-sûreté au CEA, apporte un témoignage de première main sur l'émergence d'une culture de sécurité dans les grands pays industrialisés après-guerre. Mais l'ingénieur est-il infaillible et seul détenteur de la vérité ? Questionner la figure de l'expert, du scientifique, du technicien, c'est ce à quoi invite Serge Benoît à travers une relecture de la catastrophe de Courrières, à la lumière des apports historiographiques du centenaire de 2006. Patrice Louiso questionne l'insularité dans les problèmes d'approvisionnement en énergie électrique à travers l'étude du cas de La Réunion. Hors dossier thématique mais en écho à la contribution de Patrice Louiso, Robert Edgard Ndong et Stéphane William Mehyong livrent une étude sur l'électrification des centres de brousse de l'AEF dans les années 1950, où l'on apprendra que la modestie de la réalisation fut très partiellement compensée par l'originalité de l'innovation : à défaut d'investir de l'argent, EDF a des idées surprenantes et envisage d'utiliser l'huile de coton pour alimenter les groupes Diesel produisant l'électricité. Non moins innovante et méconnue fut la contribution du Jurassien Ferdinand Fillod à l'architecture et à l'industrie du bâtiment français durant la première moitié du xx^e siècle. Francis Péroz rappelle ainsi que les années 1920 ne virent pas que la naissance de la voiture tout acier... mais aussi de la maison tout acier.

Bonne lecture !

Robert Belot et Laurent Heyberger

Composition du comité de lecture des *Cahiers de RECITS* (2011)

Gérard CHAZAL (Université de Bourgogne),
Yves COHEN (EHESS),
Michel COTTE (Université de Nantes),
Olivier DARD (Université Paul Verlaine, Metz),
Jean-Claude DAUMAS (Université de Franche-Comté),
Andrew FEENBERG (Simon Fraser University, Canada),
Patrick FRIDENSON (EHESS),
Anne-Françoise GARÇON (Université Paris I Panthéon-Sorbonne),
Laurent GERVEREAU,
André GRELON (EHESS),
Michel HAU (Université de Strasbourg),
Claude HAUSER (Université de Fribourg, Suisse),
Alexandre HERLÉA (Université de technologie de Belfort-Montbéliard),
Noël HERPE (Université de Caen),
Liliane HILAIRE-PÉREZ (Université Paris Diderot-Paris 7),
François JARRIGE (Université de Bourgogne),
Hervé JOLY (CNRS),
Pierre LAMARD (Université de technologie de Belfort-Montbéliard),
Charles LENAY (Université de technologie de Compiègne),
Jean-Louis LOUBET (Université d'Évry),
Thierry MARTIN (Université de Franche-Comté),
Priska MORRISSEY (Université de Rennes II),
Jean-Marc OLIVIER (Université de Toulouse Le Mirail),
Olivier RAVEUX (CNRS),
Georges RIBEILL (CNRS),
Jean-Pierre RIOUX,
Nicolas STOSKOPF (Université de Haute-Alsace),
Laurent TISSOT (Université de Neuchâtel, Suisse),
Dimitri VEZYROGLOU (Université Paris I Panthéon-Sorbonne),
Denis WORONOFF (Université Paris I Panthéon-Sorbonne).



Partie I

Actes de la journée d'étude

Perception et gestion du risque technique

Organisée par le pôle culture technique
du Centre d'histoire des techniques
de l'Université Paris I

Le risque technique au regard de l'histoire des cultures techniques : un champ encore ouvert

Benjamin Ravier-Mazzocco

EN UNE VINGTAINE D'ANNÉES, le risque est devenu une notion centrale de bien des études en sciences sociales. La tendance est compréhensible, étant donné la place qu'a pris ce concept depuis la Seconde Guerre mondiale dans les discours politiques et médiatiques. Qu'il soit terroriste ou environnemental, financier ou militaire, réel ou fantasmé, le danger qui entoure nos sociétés, et la peur qu'il suscite, est devenu le moteur de nombreux comportements dans lesquels la vigilance quotidienne le dispute à la multiplication des institutions de contrôles et de surveillance, qu'elles soient publiques ou privées.

De ce point de vue global, mêlant les risques liés aux techniques et ceux liés à l'organisation de la société et de l'économie mondiale, les sociologues, et notamment Denis Duclos¹, ont su étudier l'inflation sémantique de cette notion et tirer des conclusions générales sur les différentes facettes du risque et sur les façons dont il est perçu et géré en fonction des acteurs concernés, montrant bien comment, de l'ambition technocratique héritée de la Seconde Guerre mondiale aux tentatives contemporaines de contrôle managérial, cette notion complexe traverse une société qui se perçoit comme en crise, voire en déclin, depuis les années 1970. Denis Duclos montre ainsi qu'enjeu de pouvoir, la gestion du risque dépend beaucoup de sa perception première : comme « menace » floue, appelant une ré-

¹ Duclos Denis, *Attention, Risquologues ! Analyse critique du champ sociopolitique des risques techniques et sociaux*, mars 2003, 436 p. Disponible en pdf à l'adresse : www.wmaker.net/dduclosCNRS/attachment/157334/ (consulté le 26/12/2011). Ce livre fournit une bibliographie sociologique et technique très complète sur le sujet, à laquelle nous renvoyons le lecteur. Il s'agit d'un livre numérique en auto-édition.

ponse nationaliste, judiciaire, policière ou militaire selon les cas ; comme « risque » calculable par des élites technicistes, nécessitant l'imposition de politiques de prévention et d'une certaine discipline ; comme « danger » à affronter quoi qu'il en coûte, si nous voulons préserver nos libertés ; ou comme « hasard » contre lequel nous ne pouvons pas grand-chose, puisque issu de décisions dont on ne maîtrise ni les tenants, ni les aboutissants. C'est d'ailleurs ici le problème principal des risques liés à l'activité technique que de ne pas être intelligible à tout le monde. Le sociologue place d'ailleurs le début du gonflement sémantique de la notion, initié par les ingénieurs, aux décennies 1950-1970. Des études récentes ont pourtant montré que les préoccupations liées à la production industrielle sont plus anciennes.

Rapporté à l'industrie, le risque préoccupe en effet les sociétés depuis plus longtemps que ces récents développements, et bien que les historiens s'y soient intéressés assez tardivement², l'historiographie sur le phénomène est conséquente. La plupart des recherches dérivent d'un intérêt plus global pour les études environnementales, et traitent le risque industriel du point de vue des pollutions urbaines. Portant ainsi sur l'impact de l'industrialisation dans l'organisation de la ville, car les conflits liés à l'implantation de nouveaux procédés industriels y sont nombreux, les travaux de Geneviève Massard-Guilbaud³, Estelle Baret-Bourgoïn⁴ ou une équipe d'historiens autour d'André Guillerme⁵, ont montré que les premières mesures de salubrité publique ont consisté à éloigner les industries dangereuses et polluantes des habitations. Ce ne furent bien entendu pas les seules mesures, et en élargissant les études hors de cette histoire réglementaire et sociale, Thomas Le Roux a bien su rendre compte de l'ensemble des solutions proposées pour gérer les pollutions parisiennes⁶, rappelant d'ailleurs l'ancienneté de tentatives techniques pour gérer cette

2 À part quelques publications sur la réglementation industrielle à la fin des années 1980, dont FAURE Alain, « Autorités publiques et implantation industrielle (1860-1914) », *Les cahiers de l'IHTP*, n°12, 1989, p. 93-104 ; et CORBIN Alain, « L'opinion et la politique face aux nuisances industrielles dans la ville préhaussmannienne », *Le temps, le désir et l'horreur. Essai sur le XIX^e siècle*, Paris, Aubier, 1991, p. 185-198 ; les ouvrages sont parus pour la plupart dans les années 2000.

3 MASSARD-GUILBAUD Geneviève, *Histoire de la pollution industrielle. France, 1789-1914*, Paris, Éd. de l'EHESS, 2010. Cet ouvrage est issu d'un travail mené depuis la fin des années 1990, M^{me} Massard-Guilbaud ayant soutenu son HDR sur le même sujet en 2003.

4 BARET-BOURGOÏN Estelle, *La ville industrielle et ses poisons. Les mutations des sensibilités aux nuisances et pollutions industrielles à Grenoble, 1810-1914*, Grenoble, PU de Grenoble, 2005.

5 GUILLERME André, LEFORT Anne-Cécile et JIGAUDON Gérard, *Dangereux, insalubres et incommodes. Paysages industriels en banlieue parisienne, XIX^e-XX^e siècles*, Seyssel, Champ Vallon, 2004 et, plus proche, LETTÉ Michel, « Débordements industriels dans la cité et histoire de leurs conflits », suivi de BARLES Sabine, GUILLERME André et LESTEL Laurence, « Pollution industrielle et réglementation des manufactures et ateliers en France au XIX^e siècle : les textes fondateurs », *Documents pour l'histoire des techniques, nouvelle série*, n°17, 2009, p. 163-218.

6 LE ROUX Thomas *Le laboratoire des pollutions industrielles. Paris, 1770-1830*, Paris, Albin Michel, 2011. Cet ouvrage rassemble en une publication synthétique des travaux plus anciens, menés tous au long des années 2000.

pollution⁷. Quoi qu'il en soit, cette historiographie s'est principalement penchée sur ce qu'on appelle en termes juridiques le risque « technologique ». Défini par son impact sur l'environnement entourant le site ou l'activité technique concernée, la notion englobe la pollution et les nuisances, les risques de mortalité et ceux de destruction entraînés par l'implantation d'une activité technique. Elle correspond donc bien à la majorité des études menées sur le sujet.

D'autres recherches sont venues compléter cette histoire du risque technologique et industriel en mettant l'accent sur ce que la loi désigne par risques « professionnels », c'est-à-dire ceux qui concernent les travailleurs. Dépassant le simple cadre environnemental, ces études en sont venues de fait à élargir la problématique de la pollution à la santé, non plus des habitants qui entourent l'industrie, mais de ceux qui y sont employés. Ainsi, Caroline Moriceau a su mettre au jour l'histoire de l'hygiénisme industriel, et montrer comment des médecins, s'intéressant aux pathologies ouvrières, s'appuient sur des ingénieurs pour mettre en place certaines mesures de prévention, et constituent une doctrine cohérente, qui aboutira aux premières lois sur l'inspection du travail et les risques professionnels, souvent niés, dans un premier temps, par les syndicats. De façon générale, ces risques ont été très étudiés tant par les historiens que par les sociologues et psychologues du travail⁸, tous s'étant concentrés sur les conditions de ce dernier : les horaires, les postures, les locaux et le management.

N'ayant fait l'objet que de peu de travaux historiques, le risque économique est pourtant le plus ancien type de risques désigné comme tel par la société occidentale. Désignant d'abord les rochers escarpés et les affleurements marins, le mot *risco*⁹ est en effet devenu, dès le Moyen Âge, synonyme de tous les risques encourus par les marchandises en mer. C'était un terme d'armateur et d'assureur, et, se diffusant à d'autres activités, il a gardé, pendant la période moderne, la connotation économique qu'il avait. Le risque économique n'était pas calculable, c'était un hasard contre lequel il convenait surtout de s'assurer et il revient aux économistes d'avoir fait la récente histoire de ces hasards, à travers l'étude des crises, de leurs causes et des tentatives de s'en prémunir.

7 Le ROUX Thomas, « Le changement technique comme moyen de lutte contre la pollution industrielle, Paris, 1817-1830 », *Cahiers de RECITS*, n°6, 2008, p. 171-190.

8 Voir notamment la parution récente BRUNO Anne-Sophie, GEERKENS Éric, HATZFELD Nicolas et OMNES Catherine (dir.), *La santé au travail, entre savoirs et pouvoirs (19^e-20^e siècles)*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2011 et Mias Arnaud, *Les risques professionnels. Peut-on soigner le travail ?*, Paris, Ellipses, 2010.

9 Terme italien, emprunté à l'espagnol *riesgo*, qui dériverait du latin *resecum*, désignant ce qui coupe, et notamment les rochers escarpés.

La journée d'étude sur « la perception et la gestion du risque technique¹⁰ » visait, quant à elle, à ouvrir de nouvelles pistes de recherches historiques, en se focalisant moins sur les *politiques* de gestion du risque technologique, professionnel ou économique, et davantage sur les savoirs et les actions mises en place pour y faire face par les acteurs principaux de la prévention, comme les ingénieurs ou les dirigeants d'entreprise. La « tétralogie du risque¹¹ » de Denis Duclos nous permet de situer les communications qui visaient à mettre au jour la culture technique propre à ceux qui, de la fin du XIX^e siècle à la fin du XX^e siècle, traduisent la *menace* et le *hasard* en *risque calculable*, sur lequel il est donc possible d'agir par des mesures clairement établies. À l'ambition technocratique peut-être, ces littéralement « savants » travaillent en fait avec un autre point de vue que ceux explorés par l'historiographie, ce qui nous amène à bien définir ce que nous nommons ici « risque technique ».

Une première acception du terme consiste à dire que le risque technique est celui qui s'applique proprement aux objets, aux machines, à leur fonctionnement, leur résistance, leur fiabilité. Cette définition nous paraît trop restrictive, car, en réalité, cette attention aux objets dénote un point de vue globalement technicien de la perception du risque. Il ne faut donc pas croire que le risque technique est autre chose que le risque technologique ou le risque professionnel, c'est une autre manière de le penser, de le percevoir ; une manière sans doute plus difficile à analyser par les chercheurs en sciences sociales, en ce qu'il demande un niveau élevé de compréhension des phénomènes physiques en jeu. Ces ingénieurs et scientifiques n'ignorent ni le potentiel perturbateur de l'humain, ni les effets des productions techniques et industrielles sur l'environnement, mais ils cherchent à en circonscrire les causes dans le fonctionnement des machines et la discipline du travail, affinant, récusant ou renforçant leurs modèles théoriques par des mesures et des études sur les accidents et les dysfonctionnements. Parler de « risque technique », ce n'est pas se cantonner à un domaine ou focaliser son attention sur une « victime » (objet, travailleur, riverain, matériel, nature, budget, économie), c'est penser le risque d'une certaine façon, et si l'une des originalités de cette pensée est certes de porter une attention particulière, de laquelle l'historiographie fait peu de cas¹², aux objets, aux dispositifs matériels et aux machines utilisés pour la réalisation d'une technique, elle ne se limite pas à ce point. Vérifier les trajets humains et les postures, aménager les horaires et les locaux de travail, mettre en place

10 Journée d'étude organisée par le Centre d'histoire des techniques (CH2ST-EA127), et qui s'est déroulée le 27 mars 2010 à la Sorbonne.

11 À savoir : menace, risque, danger, hasard, voir plus haut.

12 Exception faite de Le Roux Thomas, « Le changement technique » *loc. cit.* et de GUILLERME André, *La naissance de l'industrie à Paris : entre sueurs et vapeurs. 1780-1830*, Seyssel, Champ Vallon, 2007.

des plans d'évacuation et de circulation, calculer le rendement potentiel d'un dispositif, les pertes liées à une panne ou un dysfonctionnement sont aussi partie intégrante du travail de cette catégorie professionnelle.

Sur ce point, le témoignage de Pierre Périllhon, acteur au CEA de la création des politiques de prévention du risque, est capital. Revenant sur cinq décennies de mise en place de la sécurité industrielle, il montre comment ont été pensées et construites les méthodes d'analyse de risque. Nous retrouvons ici les tentatives de séparations des causes, de calculs statistiques et le développement d'une discipline qui mobilise toutes les couches d'une entreprise. Cependant, concluant sur l'accident d'AZF à Toulouse en 2001, l'auteur rappelle que si les outils existent, ils ne sont pas toujours utilisés.

La communication de Patrice Louiso sur les risques liés à l'électricité en milieu insulaire et les débats qui ont suivi¹³ nous prouvent d'ailleurs que ces outils de prévention ne peuvent pas toujours l'être. Étudiant les causes spécifiquement liées à l'insularité des risques de black-out électrique sur l'île de La Réunion, l'auteur montre comment le milieu insulaire possède des contraintes qui ne permettent pas la mise en place des techniques de prévention développées sur le continent. Ainsi, le risque a beau être calculé, sa gestion n'en est pas toujours facilitée.

Si les contraintes physiques sont des facteurs de limitation de la prévention, la gestion du risque se heurte beaucoup plus souvent aux cultures techniques des acteurs de la prévention et à leur position dans la chaîne de décision. L'article de Serge Benoît permet en effet de montrer que la perception technicienne du risque professionnel peut être niée, de façon plus ou moins consciente, par ceux-là mêmes qui sont détenteurs du savoir technicien, comme ici, et de façon monopolistique, les ingénieurs des mines, dont les recommandations sont écoutées. La catastrophe de Courrières de mars 1906 remet donc directement en cause la culture technique de ces ingénieurs : le côté parfois dogmatique de leur savoir les a en effet conduits à sous-estimer le risque des poussières dans les mines. Ce blocage idéologique a, sinon conduit, du moins permis, l'incendie des mines de la compagnie de Courrières, et ce n'est qu'après le choc de l'accident que les positions sont revues, et que le dogme tombe.

Cette heuristique par les accidents est tout aussi importante pour les risques technologiques comme le montre Cyrille Foasso, dans le domaine du nucléaire civil. Marquées par l'empirisme et la course à la viabilité économique, les premières installations de piles nucléaires sont confiées à des techniciens encore peu formés, et ce sont les premiers accidents qui seront

13 Les débats ayant eu lieu après chaque intervention ont été retranscrits et mis en ligne sur le site des *Cahiers de RECITS*.

l'occasion de mettre en place des organismes de sûreté indépendants des industriels. Cependant, ce contexte de mise en place d'une industrie nouvelle et dangereuse n'empêche pas l'apparition de dogmes, notamment dans la fiabilité des enceintes de confinement. Et il faudra, là encore, un accident d'une grande importance, celui de Three Mile Island en 1979, pour faire vaciller les croyances les mieux établies dans le domaine.

Toutes les interventions de la journée éclairent ainsi la place des risques dans la culture technique des acteurs de la prévention industrielle et les marges de manœuvre qui leur sont données pour limiter ces risques. Les enjeux de pouvoir d'un côté et la configuration de certains terrains d'autre part sont apparus ici comme des obstacles à une gestion efficace des risques. Les intervenants ont surtout su montrer qu'un autre obstacle, non moins grand, résidait dans les catégories mentales des acteurs de la prévention. Concevant les périls de toute activité technique comme des risques calculables, ces personnes, cherchant avant tout les moyens de les mesurer et de les limiter ne sont en effet pas exemptes de dogmes. C'est donc à l'exploration d'un nouveau champ de l'étude de la prévention du risque qu'invitent ces actes de la journée d'étude « Perception et gestion du risque technique ».

La gestion des risques techniques et la culture de sécurité : point de vue d'un professionnel

Pierre Périlhon

CE TEXTE EST UNE APPROCHE de la gestion des risques techniques et de la culture de sécurité à travers le filtre d'une brève histoire du risque et une expérience professionnelle de 35 ans.

LE CONCEPT DE RISQUE ET SA CONSTRUCTION DANS LES CINQUANTE DERNIÈRES ANNÉES

Ce concept s'est constitué surtout depuis la Deuxième Guerre mondiale. Cette dernière, par l'apparition d'armes sophistiquées (V2, bombe atomique, avions de combat à réaction), a nécessité le développement de la fiabilité des objets techniques. Ce sont les premiers échecs de guidage des V1 qui ont conduit les Allemands à inventer la notion de fiabilité d'une chaîne de guidage d'un engin. Depuis lors, notamment du fait des accidents et catastrophes, la gestion du risque a gagné en conceptualisation.

Parcourons les cinquante dernières années par décennies, en analysant d'abord succinctement quelques catastrophes marquantes des années en question, puis en distinguant les savoirs et les savoir-faire qui se sont développés, puis les structures d'enseignement.

Ce tour d'horizon permet de montrer, d'une part, l'importance des dégâts que peuvent provoquer des risques techniques mal maîtrisés et l'impact médiatique progressif que ces accidents ont pu prendre ; et d'autre part l'émergence progressive d'une culture du risque.

La décennie 1960

Les catastrophes

- 1966, Feyzin (France) : ce fut le premier accident d'un stockage de gaz liquéfiés en Europe avec 18 morts et la première médiatisation d'une catastrophe vue en direct à la télévision. L'expérience américaine des dangers des gaz liquéfiés n'avait pas été prise en compte.
- 1966, Aberfan (Angleterre) : l'effondrement brutal d'un terril abandonné qui détruit une école, avec de nombreux enfants tués (144 morts dont 116 enfants), entraîne la prise de conscience que les accidents industriels peuvent faire concurrence aux catastrophes naturelles.
- 1967, *Torrey Canyon* : il s'agit de la première grande pollution marine dans la Manche par un bateau affrété par la BP.

Les savoirs

On s'est beaucoup intéressé :

- à la sécurité des machines ;
- aux relations hommes-machines, ce qui a conduit au développement de l'ergonomie ;
- aux domaines psychologiques et sociologiques de l'homme au travail.

Les savoir-faire

On a vu apparaître les premiers outils d'analyse de la sûreté de fonctionnement, provenant de la fiabilité des années 1940 et 1950, ceci dans les domaines des systèmes d'armes aux États-Unis et dans l'aéronautique. Ce sont notamment les AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité), les arbres logiques, maintenant normalisés.

Cependant, il n'y a pas eu d'enseignement spécifique dans le domaine du risque, à part des formations continues.

La décennie 1970

Les catastrophes

- 1970, incendie d'un dancing à Saint-Laurent-du-Pont (France 38) avec 142 morts dont une majorité de mineurs. L'utilisation inconsidérée de mousses plastiques en décoration et les issues de secours bloquées expliquent le lourd bilan. C'est un accident exemplaire.

- 1971, incendie d'une tour hôtel à Séoul (Corée du Sud), de 22 étages. Les issues de secours étaient aussi bloquées. Bilan : 157 morts.
- 1974, incendie d'une tour bancaire de 25 étages à Sao Paulo (Brésil), la tour Joelma. Il y avait une inadéquation des moyens de secours avec la densité d'occupation de l'immeuble (756 employés).

Cette succession d'incendies, dite « loi des séries », montre qu'un niveau d'insécurité a été atteint dans la construction d'immeubles en hauteur.

- 1974, Flixborough (Grande-Bretagne) : l'usine de fabrication de produits de base du nylon est complètement détruite par une série d'explosions. Il n'y a eu que 27 morts car c'était un samedi et peu de personnes étaient présentes.
- 1976, Seveso (Italie) : c'est une catastrophe que l'on peut qualifier de médiatique. Il n'y a pas eu de morts, mais les médias sont à l'origine d'une panique.
- 1977, Ténériffe (Espagne) : c'est la plus importante catastrophe de l'aviation civile. Deux Boeing 747 entrent en collision au sol : 583 morts.
- 1978, Los Alfaquès (Espagne) : explosion d'un camion citerne chargé de propylène liquéfié, ayant rompu ses freins et pénétré dans un camping, en Espagne : 217 morts.

Une série d'accidents de transport de matières dangereuses en Europe fera prendre conscience qu'on a atteint un niveau d'insécurité dans ce domaine et entraînera une importante modification des règles de sécurité.

- 1978, *Amoco Cadiz* (bateau sous pavillon libérien) : voici une autre grande pollution marine dans la Manche.

Le problème met en jeu des aspects juridiques et d'organisation internationaux et ne sera pas réglé.

- 1979, Three Mile Island (TMI USA) : c'est le premier accident majeur de centrale nucléaire, allant jusqu'à la fusion partielle du cœur, dont les débris restent toutefois confinés dans la cuve (la deuxième barrière de protection). Il n'y a pas eu de contamination majeure de l'environnement, mais évacuation préventive de 250 000 personnes et impact mondial sur les médias.
- 1979, Mississauga (Canada) : le déraillement d'un train composé de wagons chargés de gaz liquéfiés inflammables, de toluène, de styrène et d'un wagon de chlore entraîne l'explosion d'une des citernes et la rupture du wagon de chlore, nécessitant l'évacuation de 250 000 personnes, faite dans le calme, contrairement à TMI, grâce à l'organi-

sation préventive de l'événement et à la maîtrise de la police montée canadienne.

Les savoirs

Les années 1970 sont les années du développement de l'informatique industrielle et par conséquent aussi le début de l'intérêt pour la sécurité informatique.

C'est aussi pendant cette période qu'on a beaucoup développé les connaissances dans ce que l'on a appelé l'interface homme-machine, c'est-à-dire l'automatisation et le début de l'informatisation de la conduite des systèmes industriels. On a cru qu'on allait remplacer l'homme dans cette conduite et par conséquent éliminer ses erreurs dont certaines peuvent être des événements initiateurs d'accidents. L'accident de la centrale nucléaire américaine de Three Mile Island en 1979 va montrer que cette vision des choses est aberrante et que la présence de l'homme reste prépondérante dans le pilotage des systèmes complexes, à condition qu'il soit bien formé.

Par ailleurs, le développement de l'industrie nucléaire va très tôt amener à s'intéresser à l'impact des installations sur les écosystèmes et les populations à travers les études de sites. C'est le début des études d'impact, qui seront plus tard généralisées au monde industriel.

C'est aussi à cette époque que l'on s'intéresse à l'opinion publique face aux risques et notamment au risque nucléaire. Les premières études montrent que l'aversion aux risques défie le sens commun : les risques les plus craints ne sont pas ceux auxquels on peut s'attendre. Ce sont les risques liés aux rayons laser, à une cocotte minute, qui sont plus craints que les risques liés à la voiture automobile ou aux armes à feu. Ceci est à l'origine des études de la construction sociale du risque.

Ces années ont vu aussi une grande évolution dans la réglementation préventive des risques en particulier pour les immeubles de grande hauteur et le transport de matières dangereuses.

Enfin, ces années ont vu se développer la prise de conscience de la responsabilité par les décideurs. Les juges ont pour la première fois mis en prison un patron pour faute ayant entraîné la mort dans un accident du travail. Ce fut un tollé mais nul n'était plus à l'abri de la responsabilité de ses actes, y compris par omission.

Les savoir-faire

Les outils d'analyse ont été mis en œuvre dans le nucléaire avec le couronnement de leur application dans le rapport Rasmussen qui constitue

l'analyse de risque d'un réacteur nucléaire avec ces outils. On voit donc se dessiner de plus en plus nettement la conception déterministe d'une installation (ou de dimensionnement : comment concevoir et dimensionner une installation pour qu'elle présente le minimum de risques de dysfonctionnements et notamment de dysfonctionnements dangereux) et sa vérification probabiliste (quelle est la probabilité de l'enchaînement des dysfonctionnements prévisibles pouvant conduire à un événement destructeur notamment majeur?).

Se construit aussi empiriquement, dans l'industrie nucléaire, la stratégie de défense en profondeur qui va consister à traiter des risques d'une installation par la mise en place de barrières de prévention et de protection dont l'intégrité et l'efficacité devront être permanentes pendant tout le cycle de vie de cette installation (de sa conception à son démantèlement).

L'enseignement

Les deux premiers enseignements dans le domaine de la maîtrise des risques apparaissent en France avec la création du premier IUT d'hygiène et de sécurité à Bordeaux en 1970 et de la première maîtrise à l'université de Grenoble en 1979.

Les années 1980

Les catastrophes

- 1984, Bhopal (Inde) : dans une usine chimique filiale d'Union Carbide (USA), il y a relâchement en pleine nuit d'un gaz très agressif et toxique (toluène di-isocyanate), entraînant la mort de 3500 personnes (officiellement) mais au moins 20000 selon les associations de victimes.
- 1984, Mexico (Mexique) : une série d'explosions dans un stockage de gaz inflammables liquéfiés et d'essence dans la raffinerie de San Juan de Ixauapetec près de Mexico fait au moins 700 morts dans les favelas proches.
- 1986, Tchernobyl (Ukraine) : c'est le plus grave accident de l'industrie nucléaire dû à l'explosion d'un réacteur devenu incontrôlable à la suite d'une succession de fausses manœuvres. Outre la contamination radioactive de très grandes surfaces et de nombreuses personnes, on ne sait pas exactement le nombre de celles-ci qui en sont mortes car la plupart des intervenants ont été dispersés.
- 1986, *Challenger* (USA) : la navette spatiale américaine explose en vol au cours de son lancement. Cet événement est suivi en direct par des

milliers de spectateurs et à la télévision par des millions. L'origine technique de l'accident est un simple problème de joint ne résistant pas au gel, dont les managers étaient prévenus.

- 1987, *Herald of Free Enterprise* (Grande-Bretagne) : le premier grand accident de ferry dans la Manche : 193 morts. Ce genre de bateau apparaît comme difficilement stable.
- 1989, *Exxon Valdez* (USA Sté EXXON) : voici une autre grande pollution marine, en Alaska, avec un très fort impact de destruction d'écosystèmes fragiles.

Les savoirs

Tous les savoirs des années 1970 pénètrent dans l'industrie. Se créent alors des sociétés savantes dans le domaine du risque, comme la 3SF (Société pour l'avancement de la Sécurité des Systèmes en France).

À la suite d'accidents fortement médiatisés (Seveso [1976], TMI [1979], Bhopal [1984], Tchernobyl [1986]), toute une réflexion se développe concernant la gestion de crise, avec notamment Patrick Lagadec qui publie plusieurs ouvrages. Apparaissent aussi des éléments d'une science du danger, au colloque fondateur de l'UNESCO à Paris en 1987, avec la création du mot « cyndinique(s) » : la ou les sciences du danger, mot forgé avec le mot grec *kyndinos* qui signifie « danger ».

Les savoir-faire

On assiste à une lente diffusion des outils d'analyse en milieu industriel.

L'enseignement

Plusieurs diplômes en gestion des risques sont créés, aussi bien des masters (École centrale, École des mines d'Alès, et le master de management des risques à Bordeaux) que des maîtrises (Grenoble, Angers, Brest, et d'autres) et des DES (Diplômes d'Enseignement Spécialisé) spécifiques à certaines universités et sans reconnaissance nationale.

Les années 1990

- 1992, Airbus du mont Sainte-Odile (France Alsace) : lors de son atterrissage, un guidage inexact ou perturbé d'un Airbus par ailleurs non équipé d'un avertisseur de proximité de sol (GPWS) entraîne la percussioin de l'appareil avec le mont Sainte-Odile noyé dans les nuages.

- Bilan : 87 morts. Un problème d'ergonomie d'un écran regroupant les deux modes de descente de l'avion semble aussi avoir joué un rôle.
- 1994, *Estonia* : c'est le deuxième accident d'un grand ferry en mer, qui s'est produit entre la Suède et l'Estonie. Bilan : 852 morts. Bien qu'expliqué par une faiblesse dans la fermeture des portes et par l'instabilité de ce genre de bateau, l'accident reste controversé, notamment sur la nature d'une partie de la cargaison (armes?) et la possibilité d'une explosion. L'épave a été recouverte de béton et interdite d'accès.
 - 1999, *Erika* (sous pavillon maltais) : encore un accident de pollution marine survenu au large de la Bretagne Ouest.
 - 1999, un camion transportant des matières grasses pour la savonnerie prend feu et déclenche un incendie dans le tunnel du Mont Blanc : 39 morts.

Une série d'accidents dans des tunnels routiers ou ferroviaires fera aussi prendre conscience qu'un niveau d'insécurité a été atteint et entraînera une modification des règlements.

Les savoirs

Les institutions s'organisent. La 3SF devient l'ISDF (Institut de Sûreté de Fonctionnement), structure dans la mouvance du ministère de l'Industrie. Il faut noter aussi la création de l'IEC (Institut Européen de Cindyniques). On voit par ailleurs se développer la sociologie du risque, et l'on assiste à la multiplication des colloques. En bref, le risque devient un centre d'intérêt pour la recherche universitaire.

Les savoir-faire

La lente diffusion des outils d'analyse se poursuit en milieu industriel. Mais surtout, la gestion de crise fait l'objet de débats et de mise en place de systèmes opérants face à la toute-puissance des médias en la matière.

Enseignement

Du côté des écoles, on voit apparaître la première école d'ingénieurs en maîtrise des risques reconnue par la commission des titres, créée à l'université de Grenoble en 1990. Elle est la reconversion de la maîtrise mise en place en 1979.

Du point de vue universitaire, les DESS se multiplient dans différentes universités. Ainsi, dans le prolongement de ces études, les premières thèses apparaissent. Pour autant, la maîtrise des risques n'est pas reconnue comme une spécialité par le ministère de l'Éducation nationale, ce qui

présente plusieurs incohérences. De fait, plusieurs interrogations se font jour : dans quelle spécialité développer des thèses ? Comment former des enseignants universitaires et où les trouver, pour intervenir dans les formations ? En conséquence, pour enseigner, il est fait un appel massif à des intervenants professionnels avec tous les inconvénients liés.

Les années 2000

Les catastrophes

- 2000, accident du *Concorde* à Roissy : 113 morts. Un incident en tous points identique s'était produit à Washington en 1979, mais la fuite de carburant ne s'était pas enflammée (d'où le qualificatif d'incident). Dans quelle mesure en a-t-on tenu compte ? Cet accident signe la fin de l'exploitation de l'avion.
- 2001, AZF Toulouse : explosion d'un stock de nitrate d'ammonium : 30 morts de nombreux blessés et des dégâts considérables à proximité et à Toulouse. L'usine est entièrement détruite.

La dangerosité du nitrate d'ammonium est pourtant connue depuis longtemps car elle a donné lieu à de nombreux accidents graves (par exemple la destruction du port américain de Texas City en 1947 par un bateau français transportant du nitrate d'ammonium et qui a explosé après un incendie, faisant au moins 1 000 morts et détruisant les trois quarts de la ville).

Les savoirs

Devant l'ampleur prise par les réactions des citoyens devant le risque (affaires de la vache folle, du sang contaminé), les sociologues se saisissent du problème. Le risque apparaît alors de plus en plus comme une construction sociale. Ceci entraîne d'une part, l'élaboration du principe de précaution, qui perd rapidement de sa pertinence par des interprétations multiples; et d'autre part, la résurgence et la reformulation des grandes interrogations éthiques à propos, entre autres choses, de la génétique.

Les savoir-faire

La maîtrise des risques est de plus en plus considérée comme un compromis nécessaire entre sécurité et production.

Enseignement

Les années 2000 voient apparaître une volonté de mise en place de masters européens, de création de DEA et l'introduction de la maîtrise des risques dans les cursus des écoles d'ingénieurs (décision de la Conférence des grandes écoles en 2003). Par ailleurs, les thèses en la matière se multiplient.

LES PRINCIPAUX DOMAINES DE LA SÉCURITÉ INDUSTRIELLE

Cette prise en compte progressive des risques liés au travail et à la sécurité industrielle, durant les cinquante dernières années, a permis de définir différents domaines de sécurité, dans lesquels la manière de prendre en compte les risques varie. On distingue ici trois domaines : celui de la santé et de la sécurité au travail, celui des risques dits majeurs, et celui de la sûreté, surtout développé pour des objets techniques.

Les risques de la santé et la sécurité au travail sont avant tout liés à six domaines différents. Mais, il faut noter ici que ces risques, s'ils comportent parfois des dangers déjà en eux-mêmes, deviennent d'autant plus dangereux qu'ils sont en interaction constante. Ces domaines sont :

- l'hygiène ;
- les nuisances physico-chimiques : bruits, vibrations, émission de produits toxiques ou agressifs, rayonnements de lumière, de chaleur ou autre ;
- la charge de travail, tant physique que mentale, qui entraîne la fatigue ;
- l'organisation du travail, qui comprend les risques liés aux postes de travail (postures, dispositions spatiales), aux horaires, aux ateliers (notamment la circulation), et à des traits particuliers de chaque entreprise (en particulier hiérarchies, management) ;
- les relations humaines, tant internes à l'entreprise qu'externes ;
- les risques extérieurs.

Les risques dits « majeurs » sont classiquement découpés en deux catégories :

- les risques d'établissements industriels classés ou non classés, Seveso ou non Seveso, qui doivent faire l'objet d'« études de danger » définies par la réglementation ;
- les « bassins » à risques dans lesquels cohabitent des industries de natures diverses, à risques, dont l'interférence peut conduire à des enchaînements d'événements catastrophiques. Ils doivent faire l'objet d'étude de « scénarios dominos » faisant apparaître ces processus

dangereux. On voit bien que là aussi, les interactions entre différentes composantes plus ou moins sécurisés constituent en elles-mêmes un risque majeur.

Enfin, la sûreté, qui s'applique surtout aux objets techniques (avion, véhicule, machine), se définit comme une aptitude à assurer un service spécifié pendant le cycle de vie de l'objet. Pour l'objet, cela signifie qu'il est apte à fonctionner sans provoquer d'accident ni aux hommes, ni à l'environnement, ni aux biens, que ce soit à l'arrêt, en fonctionnement, tant dans une situation normale que dégradée. Cette définition comprend donc deux choses : d'abord l'aptitude à fonctionner, ensuite le fait de le faire sans accident.

Pour bien fonctionner, un objet doit posséder quatre aptitudes. En premier lieu, il doit être disponible, c'est-à-dire être en état de marche à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné. Ensuite, cet objet doit être fiable, et donc ne pas présenter de défaillance quelconque pendant une durée déterminée. Même si l'objet est fiable, il doit, pour bien fonctionner, assurer sa maintenabilité, c'est-à-dire être susceptible d'être remis en service dans un délai donné. Enfin, cela suppose qu'il y ait un soutien logistique intégré à l'objet lui-même. L'ensemble de cette aptitude à fonctionner doit donc faire l'objet de normes établies, qui donnent les moyens et les délais souhaités au fonctionnement de l'objet. Ces normes sont souvent dictées par le client en lien avec le concepteur de l'objet.

Pour fonctionner sans accident, l'objet doit en plus être sûr, c'est-à-dire, que pour chaque aptitude de fonctionnement, il ne doit présenter aucun danger, ni pour l'homme, ni pour l'environnement, ni pour les biens matériels. Ce sont ici les contraintes réglementaires qui définissent les niveaux minimaux de sécurité souhaités.

Assurer ces deux aptitudes à fonctionner, sans accident, nécessite à la fois un travail technique sur la conception de l'objet, et un travail d'organisation autour de l'utilisation de l'objet technique. Il faut tenir les deux extrémités afin d'assurer la sûreté de l'objet, soit son aptitude à assurer le service spécifié pendant le cycle de vie défini.

L'APPROCHE SYSTÉMIQUE DES RISQUES

L'approche systémique des risques a été développée en France dans les années 1980 par au moins deux groupes : le groupe qui a conduit à la cindynique, animé par J.-Y. Kervern, et le groupe MADS, qui a conduit au modèle MADS et à ses applications, dont nous parlerons ici.

Le groupe MADS (Méthodologie d'Analyse de Dysfonctionnement des Systèmes) est une association mise en place dans les années 1990 par quel-

ques ingénieurs du CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique), dont : Pierre Périlhon alors adjoint sécurité-sûreté du directeur du Centre d'études CEA de Grenoble, Jean-Michel Pénalva aujourd'hui directeur adjoint du Centre intelligence numérique à Nîmes (École des mines d'Alès) et des enseignants de l'université de Bordeaux : Jean Dos Santos alors directeur de l'IUT sécurité, Michel Lesbats alors enseignant dans cet IUT puis son directeur, Yves Dutuit, enseignant dans cet IUT puis aussi son directeur, et Jean-Louis Ermine, mathématicien et aujourd'hui reconverti au « knowledge management ». Ce groupe de travail s'était donné comme tâche de construire les « Éléments d'une science du danger » en s'inspirant de la systémique et de développer des modèles pédagogiquement enseignables.

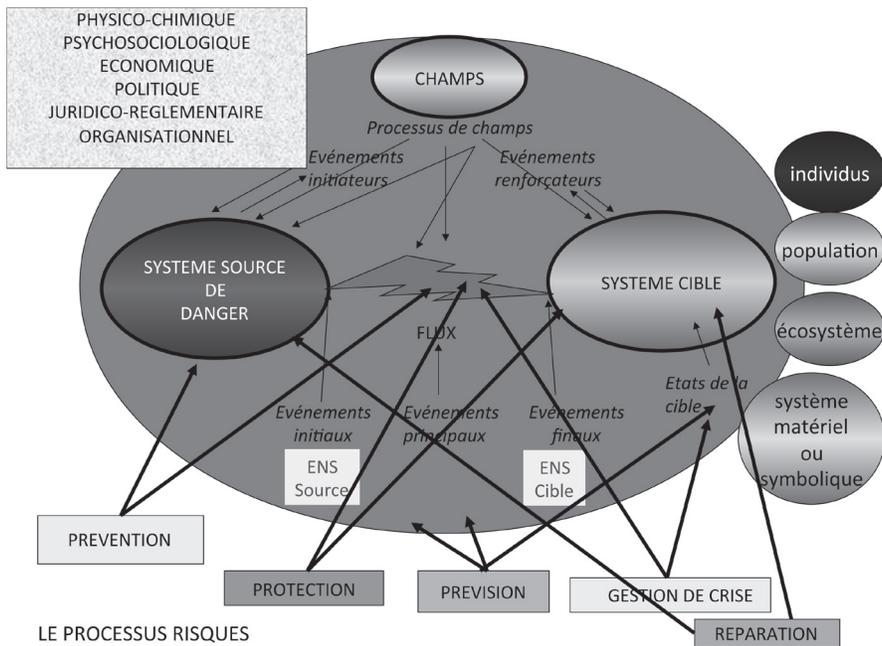


Figure 1 : Les processus de risques (Pierre Périlhon et groupe MADS)

La figure 1 ci-dessus, résumant le modèle MADS, permet de modéliser le danger comme un processus pouvant s'établir à partir d'un système source de danger agissant, par un flux de danger, sur un ou plusieurs systèmes cibles de dangers. Le flux de danger, est un flux de matière, d'énergie et d'information partant, du fait d'événements initiateurs, du système source de danger vers le système cible.

On repère ainsi des événements dont l'enchaînement constitue le processus de danger ou ENS (Événement Non Souhaité) :

- des événements initiateurs, ici en haut et en bas, l'un d'origine externe au système source de danger et provenant du champ, l'autre d'origine interne au système source. Ces événements vont déstabiliser le système source ;
- l'ENS source, appelé aussi événement initial ;
- l'ENS cible, appelé aussi événement final.

Ces événements vont déstabiliser le système cible, et les effets sur la cible, qui vont entraîner différents états de celle-ci.

Si l'on peut identifier ce processus avant qu'il ne survienne, on parlera de processus potentiel ou processus de danger dont il est souvent possible d'estimer les effets (la gravité G et la probabilité P). C'est à ce moment-là qu'on définit un processus de risque. Ce processus est immergé dans un champ de danger, visible en haut du schéma, qui a une influence sur la source, le flux et la cible, à travers ce qu'on appelle des événements renforçateurs. Il en existe de deux types :

- les événements renforçateurs sur le système source, qui sont des facteurs de danger car ils amplifient les caractéristiques du danger. Ce sont aussi des facteurs de risque car ils amplifient la probabilité (P) et la gravité (G);
- les événements renforçateurs sur le système cible, qui sont des facteurs de risque car ils amplifient sa probabilité (P).

À partir de ce point, on imagine qu'il est en théorie possible d'établir *a priori*, des typologies pour :

- les systèmes sources de danger dans un domaine donné, par exemple une typologie des systèmes sources de danger en milieu industriel et une typologie des systèmes sources de danger en milieu urbain. Elles sont toutes construites à partir des principaux domaines de la connaissance et elles ont par conséquent la même structure. La première (sources de danger en milieu industriel) est stabilisée depuis de nombreuses années mais elle reste ouverte. Elle est très utile comme grille de référence dans les études de danger et de risques. Il est possible d'en construire d'autres sur les mêmes principes, par exemple pour les processus de danger en milieu domestique ou dans le domaine du sport ;
- les systèmes cibles de danger. Nous avons constaté qu'ils sont au nombre de quatre (visibles en bulle sur la droite) : individus, populations, écosystèmes, systèmes matériels et symboliques. Bien entendu, il existe de nombreux systèmes mixtes, mais les distinguer permet de

mieux se repérer dans ce qu'on va protéger. Il y a d'abord les individus, en toute rigueur, on entend par là des individus vivants. Si l'on s'intéresse dans la plupart des cas à l'individu humain, il n'est pas exclu, dans certains cas, de s'intéresser à des individus animaux ou végétaux. Ensuite, on trouve des populations, qui s'entendent comme des populations de même espèce, notamment humaines. Cependant, dans les études d'impact, on peut aussi s'intéresser à des populations animales ou végétales. On trouve encore des écosystèmes. On nomme ainsi des associations d'individus et de populations de même espèce ou d'espèces différentes en équilibre vital dynamique dans un espace donné. Enfin, les systèmes matériels ou symboliques constituent aussi des systèmes-cibles. On appelle système matériel, tous les systèmes non-vivants, naturels ou artificiels (volcan, chaîne de fabrication). On appelle systèmes symboliques tout ce qui n'est ni vivant, ni matériel, comme les savoirs et les savoir-faire et en général tout ce que stocke l'esprit humain et qui n'est pas matérialisé dans un objet¹;

- les processus de danger associés à ces systèmes sources et cibles et notamment pour les flux de danger, que nous détaillerons plus loin;
- les événements, situations, faits, depuis les événements initiateurs jusqu'aux états des systèmes cibles, liés à ces processus de danger ainsi que les événements amplificateurs;
- les champs à l'origine de champs de danger.

La typologie des champs nous fait entrer dans un domaine complexe, tant sont nombreuses les liaisons que l'on peut y rencontrer. On en distingue six (visibles dans le cadre en haut à gauche) :

- les champs physico-chimiques, par exemple les champs de forces proprement dits (champ de gravité sur terre), ou les champs de forces physiques (mécaniques, électromagnétiques, électrostatiques...). On y place aussi les ondes acoustiques, thermiques, lumineuses, infrarouges, et ultraviolettes, ainsi que par analogie la corrosivité de l'air. Ces champs sont à l'origine de chutes d'objets, de forces et contraintes sur les matériaux, de ruptures mécaniques, d'initiation de réactions chimiques...;
- les champs psychologiques qui, par analogie avec les précédents, vont intervenir dans le comportement humain d'opérateurs ou de cibles. On fait entrer ici par exemple tous les états qui participent à

¹ Quand la cible est un individu au travail, on parle de risques et de sécurité du travail, de nuisance et de santé au travail. Quand elle est une population, un écosystème, et/ou un système matériel ou symbolique important, on parle de risque majeur. La complexité est d'ailleurs croissante quand on passe des individus aux écosystèmes.

- la construction d'images mentales ; les fantasmes d'un individu cible qui peuvent entraîner de sa part une inhibition d'action ;
- les champs sociologiques, qui, aussi par analogie, vont interférer avec les champs psychologiques des individus, comme le montrent par exemple les effets de foule, de groupe... ;
 - les champs économiques avec leur cortège d'effets de productivité, de rentabilité, mais aussi d'équilibre économique... ;
 - les champs politiques avec notamment les grands choix de société, les grandes orientations éthiques... ;
 - les champs juridico-réglementaires, qui vont intervenir à travers les autres champs en mettant en place des garde-fous par les réglementations et les jurisprudences diverses. C'est en principe un champ régulateur mais qui peut avoir des effets pervers en déresponsabilisant les acteurs. On fait sur ce point une différence entre une réglementation d'objectifs, qui laisse le choix des moyens à la responsabilité des acteurs, et une réglementation de moyens qui fixe ces moyens *a priori* pour un objectif donné et se substitue à la responsabilité des acteurs ;
 - les champs organisationnels vont constituer le tissu des liens entre les acteurs.

Ce sont les effets et les dysfonctionnements de ces champs qui vont influencer sur les processus de danger. Prenons par exemple l'effet d'un champ qui influe sur un processus de danger : une contrainte mécanique mal évaluée sur un objet soumis au champ de la gravité terrestre va causer sa rupture et sa chute. De la même façon, un dysfonctionnement de champ, comme une consigne mal rédigée peut être à l'origine d'un événement non souhaité (ENS).

Il faut aussi noter que tous les champs sont en interaction entre eux. Par exemple, un choix économique de diminution des coûts peut avoir pour conséquence une limitation de la politique d'entretien d'un matériel, qui, placé dans un champ de corrosivité important, peut subir une diminution d'épaisseur et par conséquent une augmentation de contrainte mécanique avec comme conséquence finale la rupture du matériel.

On ne s'est intéressé ici qu'aux effets des champs de danger sur les processus de danger. Il est évident que les processus de danger, s'ils se réalisent, vont à leur tour influencer sur les champs, dans un effet rétroactif, souvent positif. Prenons ici l'exemple de l'accident du tunnel du Mont Blanc, qui a eu pour conséquence rapide une politique de vérification des autres tunnels routiers.

Par ailleurs, la typologie des flux répond à la définition des flux des processus. Ces flux, comme le montre la figure 2 ci-dessous, sont consti-

tués de matière, d'énergie, d'information, qui évoluent et éventuellement se transforment dans le temps, l'espace, ou la forme (ou nature).

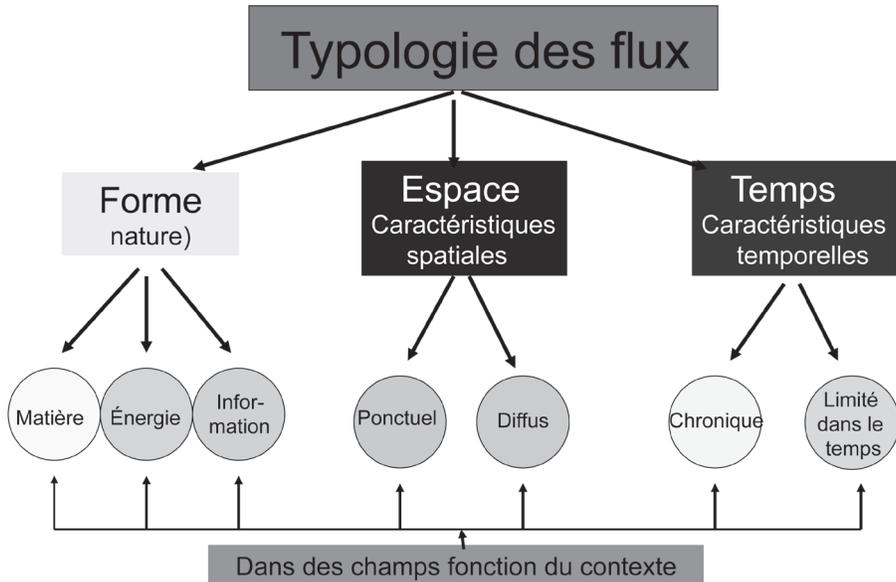


Figure 2 : Typologie des flux (Pierre Périlhon et groupe MADS)

Cette approche systémique MADS (figure 1) est une modélisation complète de démarches construites en réalité de manière tout empirique, au fil de l'histoire, comme l'ont d'ailleurs été les AMDEC ou les APR (Analyses Préliminaires des Risques), construites à partir de check-lists, forcément incomplètes. Elle apporte les éléments d'une science du danger et, si l'on y ajoute la probabilité d'enchaînement des événements, la vulnérabilité des cibles et leur résilience aux flux, ainsi que les conséquences de leurs impacts, elle permet de définir les risques et leur perception par les cibles humaines.

L'interaction et l'enchaînement des différents processus de dangers et de risques, par ailleurs identifiés dans une installation industrielle ou dans un contexte donné, permettent de construire *a priori* des scénarios d'accidents, ce qui est impossible avec les outils pragmatiques tels que l'AMDEC ou les APR.

LA CULTURE DE SÉCURITÉ

La perception du risque par les principaux acteurs qui y sont confrontés, à savoir les acteurs de l'entreprise, dépend de nombreux facteurs dont la figure ci-dessous donne quelques éléments. Cette figure mêle analyse générale de comportements vécus dans les entreprises, et certaines phrases qu'on entend souvent prononcer par les acteurs de l'entreprise.

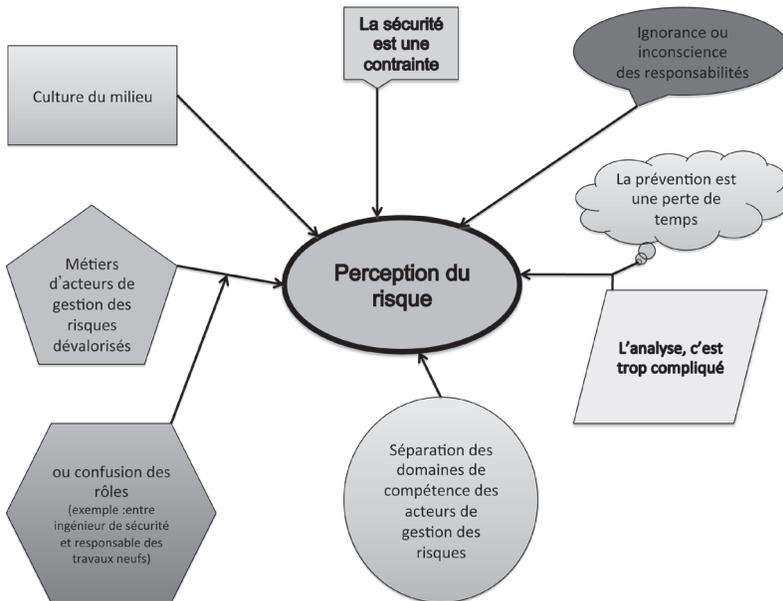


Figure 3 : Perception du risque en entreprise (Pierre Périlhon)

On voit ici (figure 3) que la perception des risques est d'abord fonction de la culture du milieu industriel que l'on considère. Elle n'est pas la même dans l'industrie chimique que dans l'industrie d'extraction ou que dans la construction de bâtiments. Cependant, dans la majorité des cas, la sécurité et la prévention sont considérées comme des contraintes et donc comme une perte de temps. D'ailleurs, on note qu'il y a souvent une séparation des domaines de compétence des acteurs du risque (entre l'ingénieur de sécurité, le spécialiste de sécurité informatique, le risk manager), ce qui entraîne des perceptions différentes des risques, en fonction des personnes et des types de risques couverts. De plus, l'ingénieur désigné pour faire de la prévention des risques est aussi très souvent l'ingénieur chargé des travaux neufs, ce qui crée une confusion des rôles et des situations dans lesquelles il se retrouve juge et partie. Enfin, les métiers de

la prévention des risques ont longtemps été dévalorisés. Les formations universitaires développées depuis les années 1970 ont fait évoluer cette perception négative vers une meilleure considération, mais l'ignorance ou l'inconscience des responsabilités encourues est souvent constatée, et cela à tous les niveaux.

La figure ci-dessous (figure 4) résume et articule ce qu'il est désormais convenu d'appeler « la culture de la sécurité ». Cette vision, accompagnée de démarches bien définies a été, à l'origine, mise en place par la firme Dupont de Nemours (USA). Reprise par l'AIEA (Agence Internationale de l'Énergie Atomique), pour l'industrie nucléaire, elle est maintenant largement diffusée dans l'industrie. Elle implique un engagement hiérarchique du haut (« les états-majors ») vers le bas (les opérateurs), et non pas l'inverse (qui n'aboutissait à aucun résultat). Elle nécessite des formations, de la communication à tous les niveaux, des règles et des contrôles, ainsi que des fixations d'objectifs et une prise de conscience des responsabilités, là aussi à tous les niveaux.

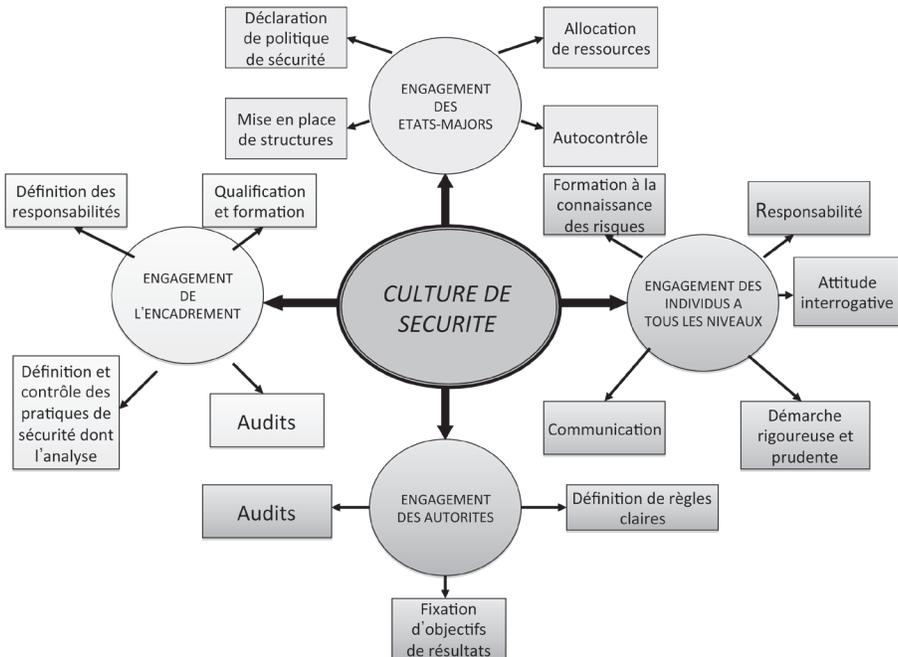


Figure 4 : Culture de la sécurité (Pierre Périllon)

CONCLUSION EN FORME DE CONSTAT

L'accident d'AZF est malheureusement survenu pour nous faire douter des progrès accomplis en matière de prévention des risques. En effet, outre une coïncidence de date entre deux accidents similaires à exactement 80 ans d'écart : Oppau en Allemagne le 21 septembre 1921 et AZF à Toulouse, le 21 septembre 2001, nous ne pouvons que constater des similitudes instructives :

- la même masse d'ammonitrates a été mise en jeu : 300 tonnes ;
- on note beaucoup plus de morts à Oppau parce qu'auparavant il y avait beaucoup plus de personnels dans les industries, pour faire le même travail ;
- la destruction totale des usines et de gros dégâts dans leur environnement.

La cause de l'accident d'Oppau semble désormais connue : l'ammonitrate se prenant en masse avec le temps, les opérateurs avaient pris l'habitude de le désagréger avec de petites masses d'explosifs. Ce jour-là, ils en ont trop mis (7 kg) et tout a détonné. On peut cependant remarquer que ce type de danger était bien connu, contrairement à ce qui a été dit en septembre 2001. En a-t-on réellement tenu compte ? Il semble bien que non, même si la cause de l'accident d'AZF n'a pas été formellement établie.

Ainsi, si je devais conclure sur la gestion du risque, je dirais que nous avons des méthodes et des outils (cf. annexes), mais encore faut-il les mettre en œuvre.

ANNEXES

L'analyse de risques et ses outils

Documents pour l'analyse de risque

L'analyse de risques se situe par rapport à ce que l'on appelle un événement non souhaité (ENS). Chaque ENS peut être modélisé par le modèle MADS. Suivant que l'on se place *a priori* ou *a posteriori* par rapport à l'ENS, ou en retour d'expérience (REX), on définit des méthodes et des outils. La figure 5 ci-dessous donne l'organisation du domaine qui entre dans le paradigme de l'analyse de risques.

Le modèle MADS permet donc d'identifier la potentialité des dangers d'un système en recherchant en quoi il peut être source de danger et quels processus il peut générer. Il intervient donc au début de toute phase d'analyse de risques, comme le montre la figure 6 ci-après. Étant réversible, car un système source de danger peut devenir système cible et inversement, il conduit à la genèse de scénarios d'interactions de dangers et donc de risques.

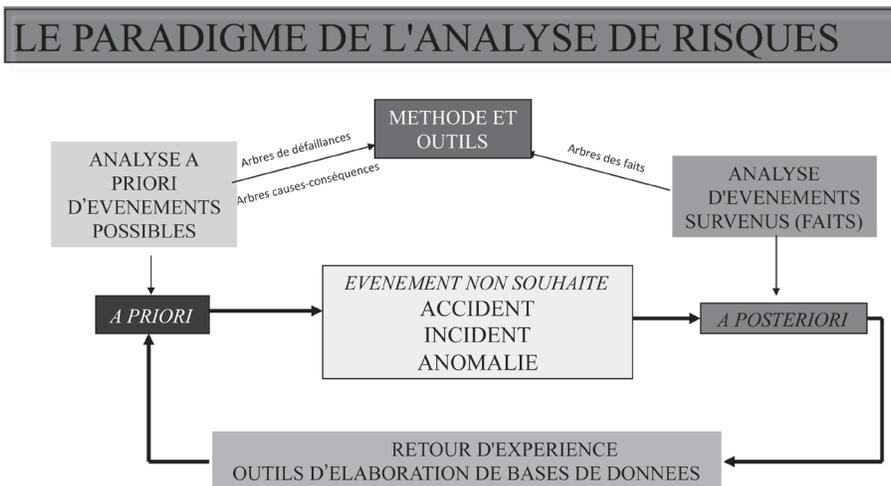


Figure 5 : Paradigme d'analyse de risques (Pierre Périlhon)

La science du danger s'articule avec les techniques du danger, qui font appel aux sciences appliquées et aux sciences fondamentales, comme le montre la figure 6 ci-dessous. Elle permet une classification complète des domaines du danger et du risque.

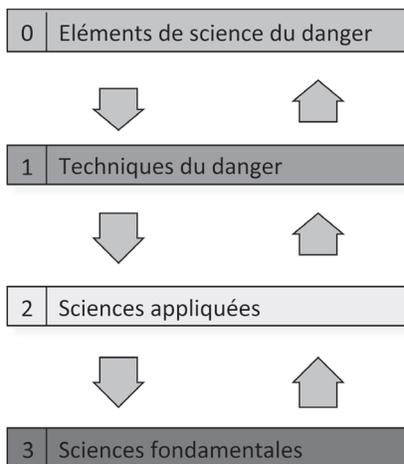


Figure 6 : Construction d'une science du danger (Groupe MADS)

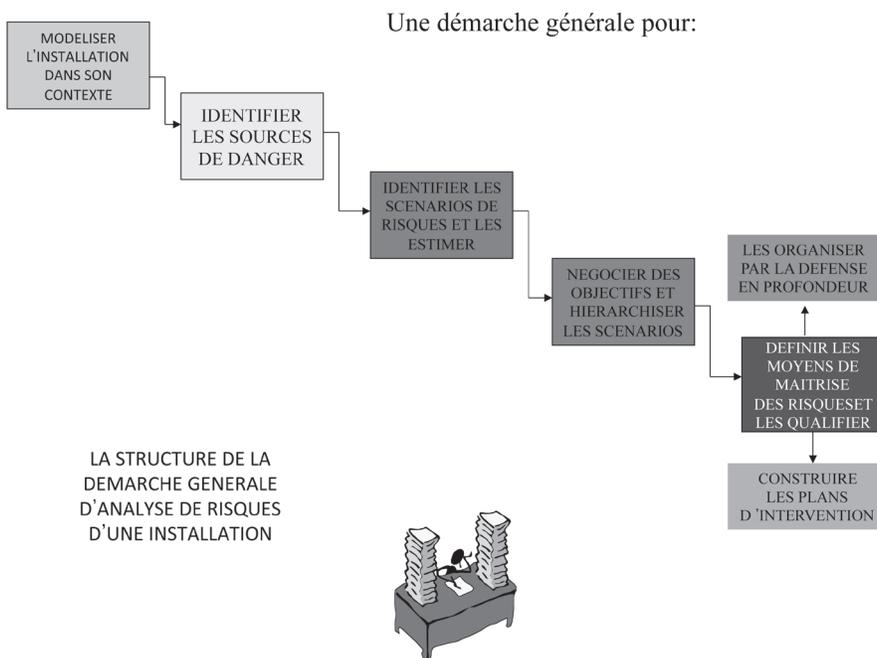


Figure 7 : Démarche générale d'analyse de risques (Pierre Périlhon)

Déroulée entièrement, elle devient une méthode d'analyse de risques opérationnelle connue sous le nom de MOSAR² (Méthode Organisée et Systémique d'Analyse de Risques) qui a fait l'objet de plusieurs logiciels, dont Asphales³ qui utilise la structure décrite dans la figure 8. Elle recouvre les différentes procédures définies réglementairement par les autorités et représentées dans les figures 9 et 10 ci-après.

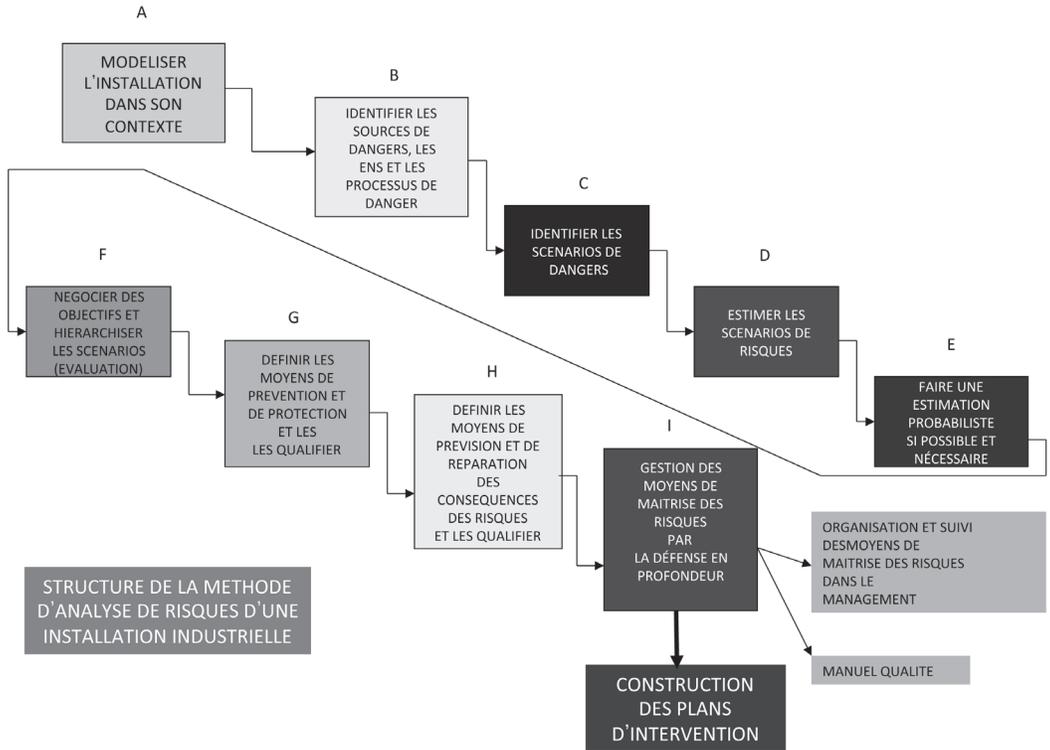


Figure 8 : Structure de la méthode d'analyse de risques d'une installation industrielle (logiciel ASPHALES, voir note 3)

- 2 PÉRILHON Pierre, *La Gestion des risques. Méthode MADS-MOSAR II. Manuel de mise en œuvre*, Paris, Éditions Demos, 2007.
- 3 Logiciel ASPHALES. Société Asphaleia. 189, montée de l'Église, 38140 Rives. www.asphaleia.fr.

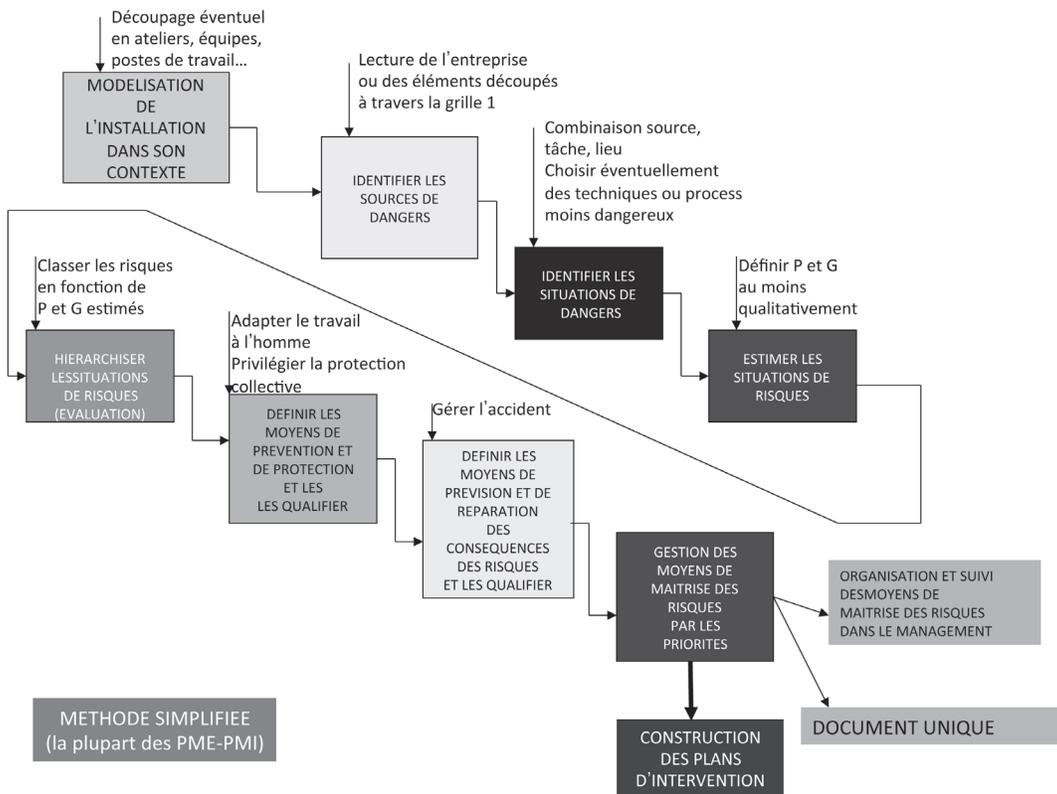


Figure 9 : Méthode simplifiée pour la plupart des PME et PMI

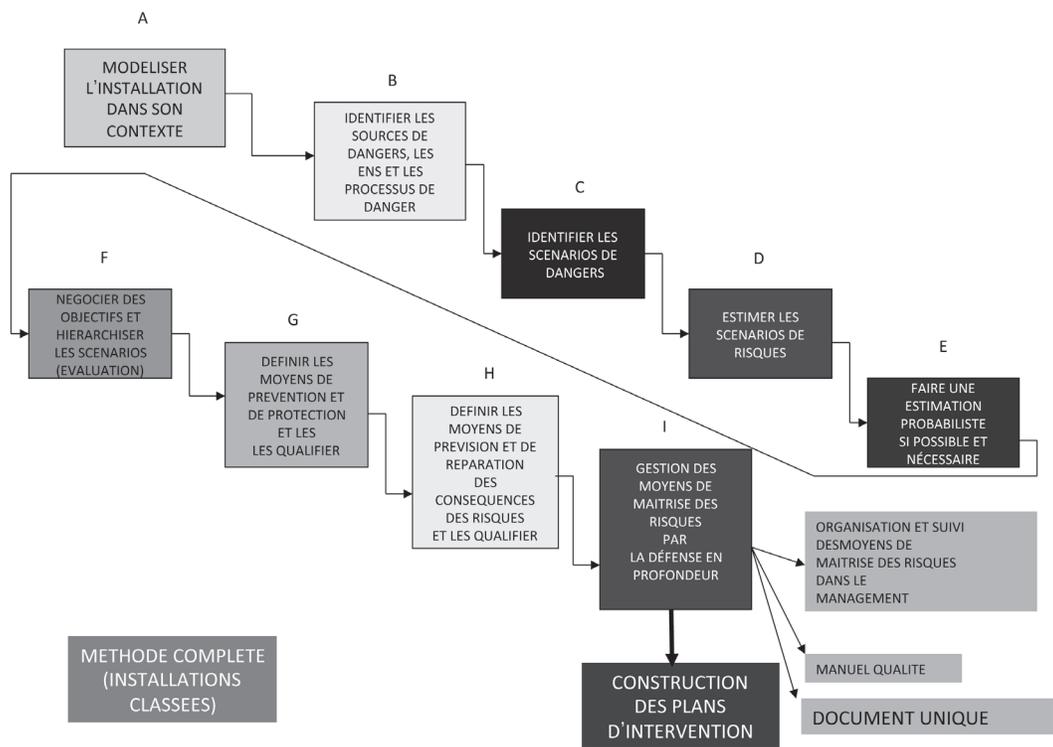


Figure 10 : Méthode complète pour les installations classées SEVESO II

Quelques outils

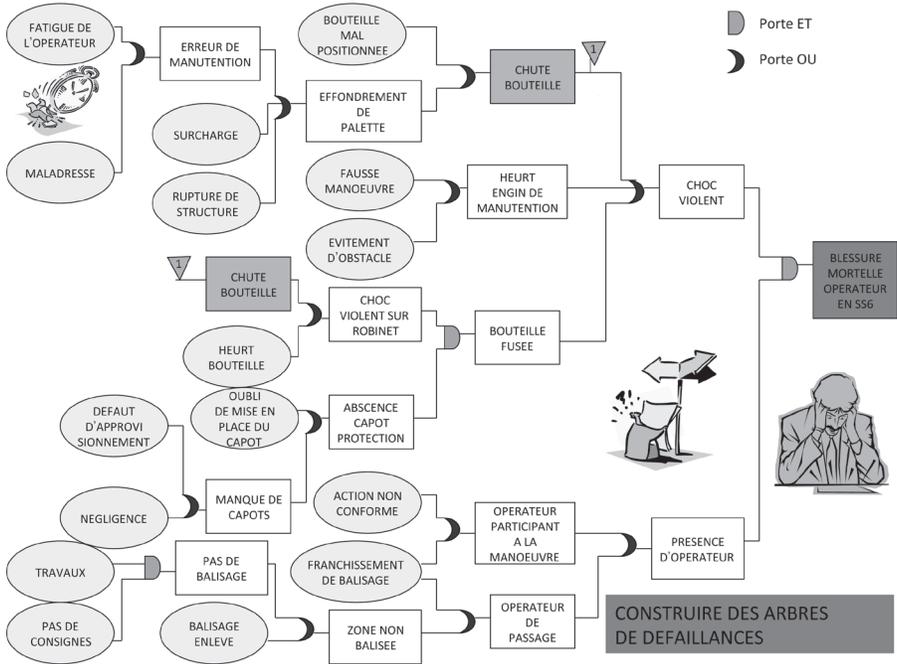


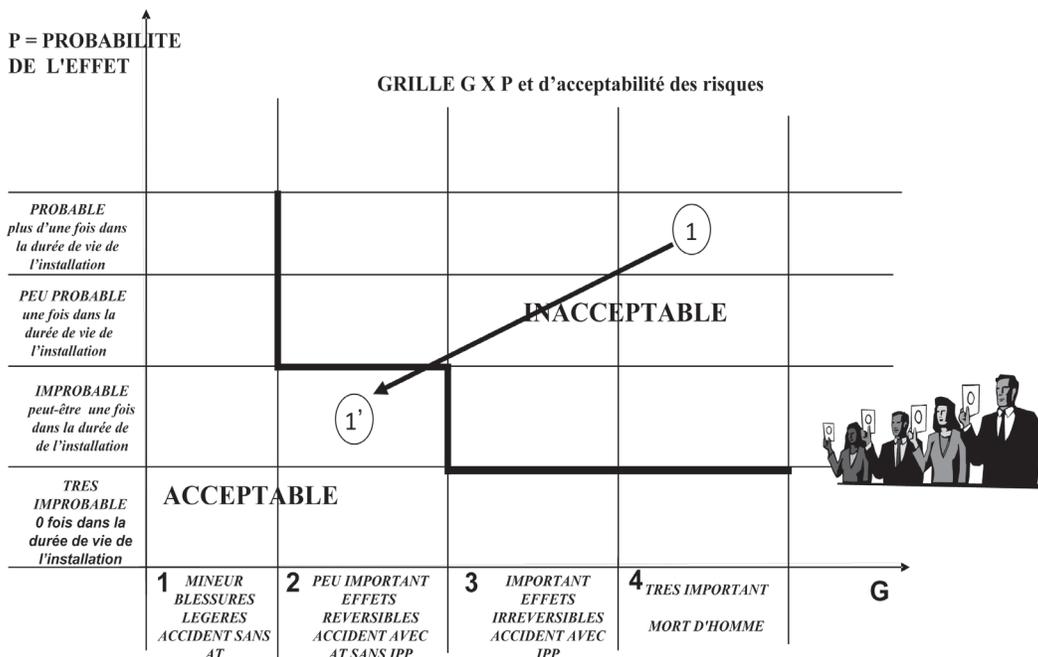
Figure 11 : Construction d'un arbre de défaillances

La construction de scénarios d'enchaînements d'ENS permet de construire des arbres de défaillances. Ce sont des arbres logiques qui représentent la convergence de scénarios vers des événements finaux, comme le montre la figure 11.

Par leur combinatoire, ces arbres permettent de multiples approches. Il est par exemple possible, avec des limites, de les paramétrer pour calculer la probabilité de l'événement final.

La difficulté, voire l'impossibilité, est de trouver des probabilités pour des événements primaires liés à un comportement humain, comme, par exemple, « négligence ».

G = GRAVITE OU EFFET SUR UNE CIBLE , PAR EXEMPLE UN OU PLUSIEURS OPERATEURS



G = GRAVITE OU EFFET SUR UNE CIBLE , PAR EXEMPLE UN OU PLUSIEURS OPERATEURS

IPP : INCAPACITE PERMANENTE PARTIELLE (perte d'un doigt par exemple, donnant lieu à une rente compensatoire de la sécurité sociale)

Figure 12 : Grille gravité-probabilité

Un deuxième outil consiste à construire des grilles gravité-probabilité, comme le montre la figure 12. Il est intéressant de faire participer les opérateurs à leur élaboration. On trace dans ces grilles, une frontière entre les ENS acceptables et ceux qui sont inacceptables. En plaçant les scénarios évalués dans les grilles (comme le scénario 1), on les situe immédiatement. Une fois définies des barrières de prévention et de protection, qui permettront de neutraliser les scénarios, on vérifie si ces derniers migrent vers une zone d'acceptabilité (scénario 1).

ARBRE CAUSE - CONSEQUENCES

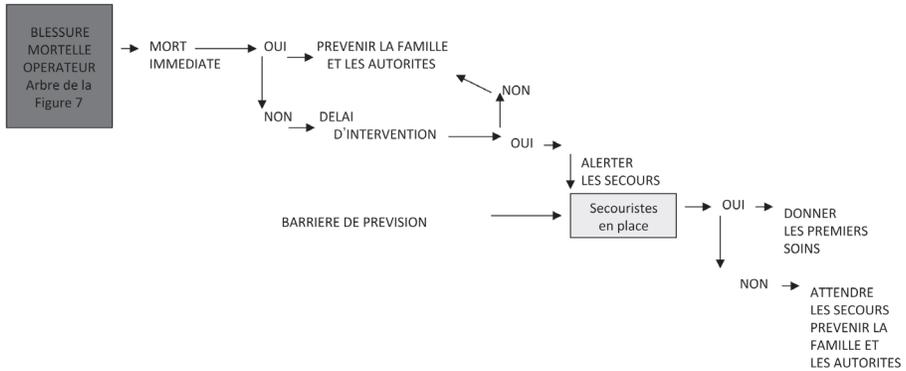


Figure 13 : Arbre causes-conséquences

Dernier exemple d’outils : les arbres causes-conséquences, avec lesquels on représente non seulement les scénarios qui conduisent à l’ENS final, mais qui, en partant de celui-ci, permettent de construire ce qui peut se passer après cet événement, en relation avec les possibilités d’intervention pour en limiter les conséquences. On définit alors des barrières de prévision avec lesquelles on construit les plans d’intervention.

BIBLIOGRAPHIE SUCCINTE

Une bibliographie beaucoup plus complète est disponible dans l’ouvrage déjà cité :

Pierre PERHILON, *La Gestion des risques. Méthode MADS-MOSAR II. Manuel de mise en œuvre*, Paris, Éditions Demos, 2007.

Ouvrages ayant trait à la systémique

DONNADIEU Gérard et KARSKY, *La systémique, penser et agir dans la complexité*, Rueil-Malmaison , Éd. Liaisons, 2002.

LE MOIGNE Jean-Louis, *Théorie du système général, théorie de la modélisation*, Paris, PUF, 1994.

LE MOIGNE Jean-Louis, *Le Constructivisme*, tomes 1 et 2. Paris, ESF Éditeur, 1994.

LE MOIGNE Jean-Louis, *Les Épistémologies constructivistes*. Paris, PUF, Que sais-je n° 2969, 1995.

MORIN Edgar, *La Méthode*, Tome 1 : *La Nature de la Nature*, Paris, Seuil, 1977.

MORIN Edgar, *La Méthode*, Tome 2 : *La Vie de la Vie*, Paris, Seuil, 1980.

MORIN Edgar, *La Méthode*, Tome 3 : *La Connaissance de la Connaissance*, Paris, Seuil, 1986.

MORIN Edgar, *La Méthode*, Tome 4 : *Les Idées*, Paris, Seuil, 1991.

MORIN Edgar, *La Méthode*, Tome 5 : *L’Humanité de l’Humanité ; l’identité humaine*, Paris, Seuil, 2001.

- MORIN Edgar, *La Méthode*, Tome 6 : *Éthique*, Paris, Seuil, 2004.
- MORIN Edgar, *Science avec conscience*, Paris, Fayard, 1982.
- MORIN Edgar, *Introduction à la pensée complexe*, Paris, ESF, 1990.
- THIETART Raymond-Alain, *La Dynamique de l'homme au travail. Une nouvelle approche par l'analyse des systèmes*. Paris, Les Éditions d'Organisation, 1977.
- WALLISER Bernard, *Systèmes et modèles*. Paris, Seuil, 1977.

Ouvrages ayant trait aux risques Agoramétrie-Edf Paris

- BOURG Dominique, SCHLEGEL Jean-Louis, *Parer aux risques de demain : le principe de précaution*, Paris, Seuil, 2001.
- CAZAMIAN Pierre, *Traité d'ergonomie*, Marseille, Octarès Entreprise, 1987.
- COLLECTIF, *L'état de l'art dans le domaine de la fiabilité humaine*, Institut de sûreté de fonctionnement, Toulouse, Octarès, 1994.
- COLLECTIF, *Guide d'intervention face au risque chimique*, Fédération nationale des sapeurs pompiers de France, Paris, 2002.
- KERVERN G.-Y., *Éléments fondamentaux de cindyniques*, Paris, Economica, 1995.
- LAGADEC Patrick, *La civilisation du risque. Catastrophes technologiques et responsabilité sociale*, Paris, Seuil, 1981.
- LAGADEC Patrick, *États d'urgence. Défaillances technologiques et déstabilisation sociale*, Paris, Seuil, 1988.
- LAGADEC Patrick, *Apprendre à gérer les crises. Société vulnérable-acteurs responsables*, Paris, Les Éditions d'Organisation, 1993.
- LAGADEC Patrick, *Ruptures créatrices*, Paris, Les Éditions d'Organisation, 2000.
- LE BRETON David, *La sociologie du risque*. Paris, PUF, Que sais-je n° 3016, 1995.
- MOREL Christian, *Les décisions absurdes*, Paris, Gallimard, 2002.
- NIEL Éric, SIMON Jean-Pierre, *La sécurité d'exploitation des installations robotisées*, Paris, Hermès, Technologies de pointe 20, 1989.
- PAGÉS Jean-Pierre, *Opinions et structures de l'opinion début 2004. Analyse du champ des controverses médiatiques et de sa dynamique*, Paris, Agoramétrie, 2005.
- VILLEMEUR Alain, *Sûreté de fonctionnement des systèmes industriels*, Paris, Eyrolles, 1988.

Risques techniques en milieu insulaire, exemple du système électrique de La Réunion

Patrice Louiso

POUR UNE GRANDE MAJORITÉ DE PERSONNES, la notion de risque technique est souvent liée aux conséquences environnementales et économiques comme celle du risque de fuite d'une centrale nucléaire. Le risque technique, dans le domaine de l'électricité, est un risque latent dont la gestion et la réalité nous poussent à un changement de paradigme. L'électricité, en effet, est utilisée par tous, et est omniprésente au quotidien sans que personne n'y prête attention. Pourtant il suffit qu'elle s'interrompe pour que tous prennent conscience de sa place dans le bon fonctionnement de la société. Cela nous amène à élargir la notion de risque technique pour saisir la nécessité et la difficulté d'un approvisionnement continu.

Afin de pouvoir assurer la continuité d'approvisionnement de l'énergie électrique la sécurité des réseaux devient un enjeu important. L'une des solutions passe par l'interconnexion des réseaux continentaux. Mais pour les systèmes électriques insulaires leurs sécurisations doivent prendre en compte le manque d'énergie fossile, l'éloignement géographique, l'impossibilité d'interconnexion avec d'autres réseaux, le relief, le statut de l'île (État, département, territoire...), etc. Des contraintes qui obligent les îles à redéfinir tout le système électrique continental en un système électrique insulaire.

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, UNE ÉNERGIE INDISPENSABLE À SÉCURISER?

L'énergie électrique peut être vue et traitée comme un simple produit de consommation. Invisible, inodore, les utilisateurs finissent même par oublier sa présence. Cependant il suffit d'un « black-out¹ » pour paralyser toute une région, voire tout un pays, entraînant d'importantes répercussions sociales et économiques à l'exemple du « black-out » survenu le 14 août 2003 dans le Nord-Est des États-Unis d'Amérique touchant également une partie du Canada. Ce « black-out » a affecté environ 50 millions de personnes et a entraîné la perte de 61,8 GW de puissance sur le réseau. Des surcharges en cascade non contrôlées entraînant une chute de tension en furent la cause. Il a fallu attendre plusieurs heures, voire plusieurs jours à certains endroits, le retour de l'électricité. Cette panne a coûté entre 4 et 10 milliards de dollars² aux contribuables américains.

L'énergie électrique est devenue, au fil du progrès technique et commercial, un enjeu stratégique dans notre société. Son omniprésence participe au fonctionnement et à l'organisation de la société tout en la rendant dépendante et vulnérable. L'énergie électrique doit être vue et traitée comme un vecteur, et non une source, d'énergie³, un vecteur essentiel et complexe. Avoir une disponibilité et une sûreté permanentes de l'énergie électrique impose une prise de conscience des risques et des conséquences d'une coupure.

Ce vecteur d'énergie n'existe qu'au travers d'un système électrique d'un réseau comprenant : la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique. Plus le système électrique est grand, plus il est complexe, comme le sont les réseaux à l'échelle d'un pays. La stabilité du système repose sur l'égalité de la consommation et de la production ainsi que sur la compatibilité et la tenue des équipements (de la production jusqu'à l'utilisation). Les aléas tels que les variations météorologiques, les variations brusques de consommation, les différences d'équipement (les charges sur le réseau), la contrainte des lois physiques, etc., perturbent la stabilité du réseau en augmentant les risques de coupure. L'évolution du système tant sur le plan technologique que physique constitue aussi un paramètre à prendre en compte pour sa stabilité.

1 Terme anglais employé pour l'extinction de toutes les lumières lors d'une attaque aérienne. Le mot est employé pour désigner une déconnexion du réseau électrique de toute une ville ou d'une région.

2 GERBEX Stéphane (BKW FMB Énergie SA), 14 août 2003. *Analyse du black-out nord-américain*. Disponible sur : <http://lme.epfl.ch/webdav/site/lme/users/wetter/public/forum05/gerbex.pdf> (Consulté le 5 mai 2011).

3 L'électricité est un vecteur d'énergie dans la mesure où elle doit être produite, contrairement aux sources primaires d'énergie (charbon, pétrole, gaz...), avant d'être utilisée.

Au-delà du fonctionnement normal du système électrique, il est nécessaire de limiter les incidents pouvant conduire à paralyser le système et de lui donner une fiabilité.

Chacun peut se rendre compte de la complexité du système électrique d'un pays lorsque les réseaux de transport d'énergie électrique sont interconnectés avec des pays limitrophes, posant, par exemple, des problèmes de synchronisation ou d'adaptation des tensions.

L'INTERCONNEXION, UNE NÉCESSITÉ ?

L'idée d'interconnecter des réseaux remonte, en France, aux années 1930, quand on passe d'un réseau régional à un réseau interrégional, puis à une dimension nationale avec la mise en gestion publique, c'est-à-dire sa nationalisation en 1946. Les choses se compliquent encore en 1967 quand le réseau de transport d'énergie revêt une dimension internationale alors que la France, l'Allemagne et la Suisse s'interconnectent.

Pour comprendre les motivations et la nécessité de cette interconnexion, il suffit d'un exemple. La semaine du 14 décembre 2009, alors qu'un réacteur nucléaire sur 5 est à l'arrêt⁴, la France va connaître une chute de température de 6°C par rapport aux normales saisonnières, fragilisant alors le système électrique national et créant un risque de coupure pour les régions Ouest et Provence-Alpes-Côte d'Azur (PACA). C'est d'ailleurs ce qui se produit le 21 décembre 2009 dans la région PACA. Le 16 décembre 2009 la France a renforcé sa production en important des pays limitrophes 6 650 MW pour pallier les manques sur son territoire.

4 « Comment la France se prépare pour éviter une grande panne d'électricité », *Le Figaro*, 11/11/2009.

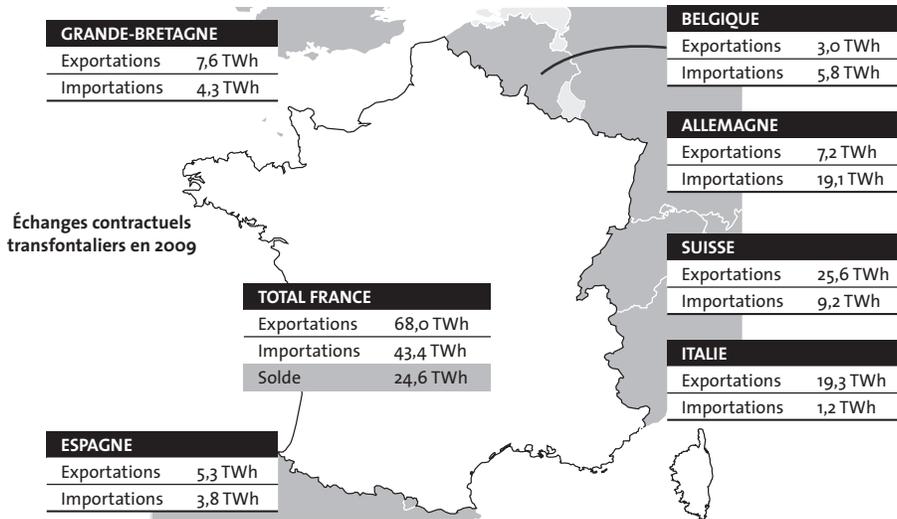


Figure 1 : Les échanges d'énergie électrique avec la France⁵

Si l'interconnexion a pour objectif de se porter secours mutuel entre pays et d'améliorer la stabilité du système électrique⁶, il ne faut pas oublier l'aspect économique qu'elle engendre en évitant un « black-out ». Le risque technique se double donc ici d'un risque technologique.

MAIS QU'EN EST-IL DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES INSULAIRES ?

L'une des particularités des systèmes électriques insulaires est l'absence d'interconnexion d'où la recherche d'un équilibre constant entre production et consommation, équilibre fondé seulement sur les ressources locales. Le facteur d'insularité est un paramètre important à prendre en compte aussi pour la stabilité du système électrique, il ne peut se limiter qu'à une dimension géographique pour expliquer les enjeux énergétiques des îles car chaque île a sa spécificité (géographie, économique, politique...⁷).

5 Source : Commission de régulation de l'Énergie (disponible sur : <http://www.cre.fr>, consulté le 5 mai 2011) et *Bilan énergétique français année 2009*, Dossier de presse R.T.E., 13 janvier 2010 (disponible sur www.rte-france.com, consulté le 5 mai 2011).

6 Gestion des interconnexions électriques en Europe, *Référence D4085* du 10 février 2003, Base documentaire : Techniques de l'ingénieur.

7 GLUERASSIMOFF Gilles et MAÏZI Nadia (coord.), *Îles et énergie, un paysage de contrastes*, Paris, Transvalor - Presses des Mines, Coll. « Libres Opinions », 2008, p. 15.

Les travaux de François Taglioni⁸, géographe français, sur l'insularité définissent les îles selon leur indice insulaire.

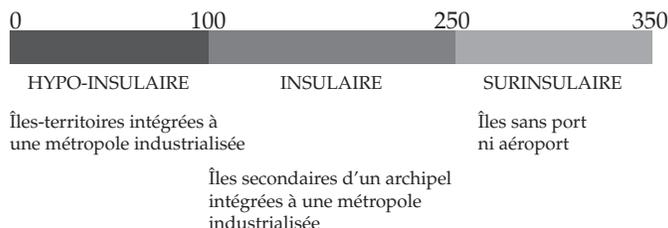


Figure 2 : Échelle d'indice insulaire⁹

Hypo-insularité	Îles-états développées ou îles-territoires intégrées à une métropole industrialisée (1)
	Îles principales d'un archipel indépendant développé ou îles principales d'un archipel intégré à une métropole industrialisée (2)
Exemples	1 : Bahreïn ; Barbade ; Chypre ; Guam ; La Martinique ; La Réunion
	2 : Malte, Bahamas ; La Guadeloupe ; Tenerife ; Tahiti ; La Nouvelle-Calédonie (Grande-Terre)
Insularité	Îles-états en développement (3)
	Îles principales d'un archipel indépendant en développement (4)
	Îles secondaires d'un archipel intégré à une métropole industrialisée (5)
Exemples	3 : Sainte-Lucie ; Dominique ; Nauru
	4 : Trinidad ; Saint-Kitts ; Maurice
	5 : Saint-Barthélemy ; Îles Loyauté ; Minorque ; Moorea
Surinsularité	Îles secondaire d'un archipel indépendant en développement (6)
	Cas particuliers d'îles non côtières sans port ou aéroport (7)
Exemples	6 : Barbuda ; Anjouan ; Rodrigues ; Praslin ; Esperitu Santo
	7 : Pitcairn ; certaines « îles éloignées » de la Japonésie

Tableau d'un typologie des insularités dans les petits espaces insulaires

Figure 3 : Exemple de classement des îles en fonction de leur indice insulaire¹⁰

8 TAGLIONI François, *Recherches sur les petits espaces insulaires et sur leurs organisations régionales*, Habilitation à diriger des recherches, Université Paris-Sorbonne, 2003, 3 volumes.

9 Auteurs : Promotion 2007 du Master OSE, coordinateurs : GUÉRASSIMOFF Gilles et MAÏZI Nadia, *Îles et énergie : un paysage de contrastes*, Transvalor-Presses des Mines, 2008.

10 TAGLIONI François, *L'île est-elle un objet géographique spécifique ? Étude conceptuelle et critique*, volume 2, seconde section, p. 17, Habilitation à diriger des recherches, Université Paris-Sorbonne, 2003, 3 volumes.

Trois paramètres définissant l'insularité sont ici pris en compte : l'isolement géographique, la configuration du territoire, le statut de l'île. Cette situation d'insularité influe¹¹ sur le développement et l'organisation du système électrique et peut le rendre plus vulnérable.

Une autre particularité des systèmes électriques insulaires se situe dans le faible taux d'indépendance¹² énergétique. La grande majorité des îles ne possède pas de ressource en énergie fossile (charbon, gaz, pétrole) alors qu'elle présente un besoin vital d'énergie primaire¹³ (pétrole, gaz, charbon, nucléaire, hydraulique et énergies renouvelables). La solution de l'énergie fossile fut la réponse la plus simple au développement des îles et à leurs besoins croissants d'énergie électrique. Ce choix fut dicté par les qualités des énergies fossiles (un fort pouvoir calorifique et une grande mobilité).

Îles	Taux d'indépendance (données 2006)
Maurice	20,1%
Madagascar	49 %
Cuba	52,1%
Nouvelle-Calédonie	8,1%
Nouvelle-Zélande	73,3%
Vanuatu	62,4%

(plus le taux se rapproche de 0 plus l'île est fortement dépendante d'énergie fossile, supérieur à 100 % l'île est exportatrice d'énergie fossile)

Figure 4 : Tableau du taux d'indépendance de quelques îles mondiales¹⁴

Cette dépendance des îles aux énergies fossiles les rendent vulnérables à divers risques : flambée du cours de pétrole, accident de transport, pénurie... L'arrêt de centrales de production dû à un manque d'énergie fossile rendrait le système électrique instable et conduirait à un délestage¹⁵ pour un rééquilibrage de la production et de la consommation. Pour éviter une

11 L'indice d'insularité d'une île influe par exemple sur le financement du développement de l'électrification ou de l'entretien de l'ensemble du système électrique, il peut même influencer sur l'évolution technologique de l'île.

12 Le taux d'indépendance énergétique est le rapport entre la production nationale d'énergie primaire et la consommation en énergie primaire une année donnée (définition INSEE ; source : www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/taux-independance-energetique.htm).

13 L'énergie primaire est l'ensemble des produits énergétiques non transformés, exploités directement ou importés (définition INSEE ; source www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=definitions/energie-primaire.htm).

14 Auteurs : Promotion 2007 du Master OSE, coordinateurs : GUÉRASSIMOFF Gilles et MAÏZI Nadia, *Îles et énergie : un paysage de contrastes*, Paris, Transvalor - Presses des Mines, 2008.

15 Le but du délestage est de couper volontairement plusieurs consommateurs du réseau afin de retrouver rapidement un équilibre entre la production et la consommation.

pénurie de pétrole, les îles doivent s'approvisionner auprès des pays producteurs les plus proches géographiquement. Il leur est nécessaire d'avoir une grande capacité de stockage afin de se constituer une réserve.

Enfin, l'une des problématiques du *xxi*^e siècle réside dans la relation entre énergie et développement durable. Le réchauffement climatique, qui se traduit par la montée des eaux, impose aux îles une prise de conscience de l'importance d'une production d'énergie durable car elles en seront les premières victimes. Il faut donc concilier production d'énergie électrique et développement durable.

Cette nouvelle problématique ouvre une réflexion sur les technologies employées pour une production électrique en milieu insulaire. Car si les choix précédents, basés sur l'utilisation massive des énergies fossiles, étaient influencés par les grandes métropoles industrialisées, aujourd'hui ces choses montrent leurs limites, particulièrement pour les pays insulaires pour lesquels ils semblent inadaptés.

EXEMPLE DU SYSTÈME ÉLECTRIQUE DE LA RÉUNION

Présentation de l'île

Ancienne colonie française, l'île de La Réunion devient département d'outre-mer le 19 mars 1946. Elle se situe pourtant à plus de 10 000 km de la France métropolitaine, au milieu de l'océan Indien à la hauteur du tropique du Capricorne à 21° 06 Sud et 55° 36 Est. D'une superficie de 2 500 km², l'île connaît un climat tropical où les précipitations sont abondantes et peuvent transformer en quelques heures les rivières en torrents dont le débit atteint plusieurs centaines de mètres cubes/seconde. Le relief de l'île est marqué par la présence de montagnes assez abruptes et difficiles d'accès. Peuplée de près de 800 000 habitants, elle devrait atteindre le million d'ici 2030 d'après l'INSEE. Un dynamisme démographique qui nécessite une augmentation de la capacité de production électrique.

Le système électrique de La Réunion et ses contraintes

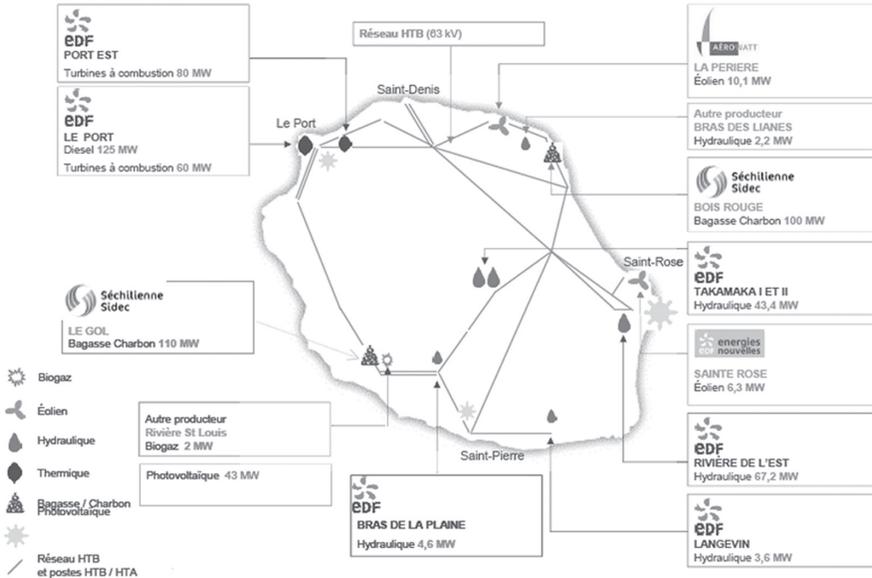


Figure 5 : Carte du système électrique de La Réunion¹⁶

Le manque d'interconnexion, l'éloignement géographique et l'absence d'énergie fossile en milieu insulaire augmentent le risque technique du système électrique. Deux exemples concrets nous aideront à comprendre les contraintes de l'insularité.

Le premier exemple concerne l'incendie qui s'est produit à la centrale thermique¹⁷ de Bois Rouge durant la nuit du 30 au 3 août 2009 au sein d'un local électrique. Cette centrale représente, à elle seule, une puissance de 100 MW, environ 20% de la production totale. Cet incendie a causé la perte de 50 MW sur le réseau électrique fragilisant ainsi tout le système.

De plus, la centrale thermique de Bois Rouge étant une centrale à co-génération¹⁸ en contrat avec l'usine sucrière de Bois Rouge, la production de sucre fut aussi arrêtée, l'usine thermique ne pouvant plus fournir de la vapeur à l'usine sucrière. L'arrêt de la centrale de production électrique,

¹⁶ Source : EDF Réunion, *Bilan 2009 & Perspectives 2010 pour le système électrique réunionnais*, p. 8, 2010.

¹⁷ Le groupe Séchillienne-SIDEC (centrale thermique du Gol et la centrale thermique de Bois Rouge) possède une puissance installée de 210 MW.

¹⁸ Processus permettant de produire aussi bien de l'électricité que de la chaleur. L'usine thermique reçoit de la bagasse de l'usine sucrière en contrepartie de la vapeur qu'elle produit. C'est un échange énergétique entre producteurs.

en pleine campagne sucrière, a eu une double conséquence, l'une concernant la fragilité du système électrique, l'autre la fragilité du tissu économique basé sur la canne à sucre. Cet arrêt a d'ailleurs coûté 700 000 euros à la centrale thermique de Bois Rouge pour indemniser les planteurs de canne. La production de l'usine sucrière a repris le 28 septembre après un mois d'arrêt, et pour répondre à la demande énergétique des consommateurs, EDF Réunion a pallié ce manque de puissance en jonglant avec les puissances disponibles.

Le deuxième exemple concerne l'arrêt d'un alternateur le 28 décembre 2008 à la centrale thermique de Bois Rouge, qui ne fut remis en service que le 8 avril 2009, soit après plus de trois mois d'arrêt. Le nouvel alternateur de 40 tonnes provenant d'Europe n'est arrivé que le 27 mars 2009 à La Réunion.

La première contrainte à laquelle La Réunion doit faire face est celle de son insularité. Aujourd'hui, par le changement de statut, et l'évolution technologique, l'île présente un indice d'isolement¹⁹ de 21, ce qui la situe en hypo-insularité. Cela s'explique par son statut de département d'outre-mer, par son développement économique et la richesse de ses infrastructures (routes, voies maritimes, aéroports) ainsi que par les avantages²⁰ liés aux RUP²¹ (Régions UltraPériphériques).

Ce n'est pas le cas des îles de l'océan Indien à l'exemple de Madagascar²² dont le système électrique²³ se révèle vétuste, son parc de production étant basé essentiellement sur le thermique et utilisant le gasoil comme combustible ce qui provoque un coût élevé du kWh, une gestion défaillante du système électrique, un manque d'investissement financier, etc. Dans ce contexte politique et économique la notion de risque technique passe en second plan faute de moyens.

Si La Réunion bénéficie de l'aide de la France et de l'Europe, cela ne change rien à la distance géographique avec l'Europe. Ce facteur de distance doit être pris en compte dans la gestion, la maintenance et l'approvisionnement du matériel ainsi que pour l'approvisionnement des énergies fossiles, autant d'éléments qui la rendent vulnérable.

19 Voir Taglioni François, *op. cit.*

20 Apports de technologie, d'expertise, d'ingénierie, d'assistance, de fonds, de législation, etc. des avantages qui ne font que renforcer la sécurité et la stabilité du système électrique.

21 Les régions ultrapériphériques font partie de l'Union européenne et bénéficient des fonds de l'U.E.

22 Ancienne colonie française, Madagascar connaît une crise politique depuis février 2009 qui a eu pour conséquence une paralysie de l'économie du pays ainsi qu'une baisse de l'aide humanitaire.

23 Électricité à Madagascar - fiche de synthèse, Mission économique de Tananarive, actualisation janvier 2007.

Cet état d'insularité prive l'île en effet de toute interconnexion avec un réseau continental, l'obligeant ainsi à s'approvisionner en énergie par voie maritime. Elle gère alors la production électrique de manière rigoureuse dans les périodes de crise afin de maintenir l'égalité constante entre production et consommation, quitte à délester des abonnés.

La deuxième contrainte est liée à la morphologie de l'île, au relief particulièrement abrupt et difficile d'accès. Cette contrainte façonne la structure du réseau de transport, qui se caractérise par un maillage très peu dense. Aucune ligne à haute tension ne passe en effet par le volcan central, et la plupart des lignes passent plus vers le bord de l'île. La faiblesse de maillage du réseau rend certaines régions de l'île, reliées à un seul centre de production d'électricité, plus vulnérables que d'autres, ce qui fragilise le système électrique dans son entier, et pourrait entraîner un black-out²⁴ du réseau.

La troisième contrainte est celle du manque de ressources fossiles, cause principale de sa dépendance énergétique.

En effet, la production électrique de l'île dépend pour 63,9% de ressources fossiles importées. Cette dépendance l'expose aux variations de prix et aux risques géopolitiques. Ces ressources fossiles (gaz, charbon, pétrole) proviennent d'Asie, d'Europe et d'Afrique²⁵. Face aux aléas du réseau, EDF, gestionnaire du réseau électrique, utilise des moyens « dispatchables²⁶ » tels les moteurs Diesel et les turbines à combustion (TAC). Ces moyens de production utilisant le pétrole en milieu insulaire participent au renchérissement du coût de la production.

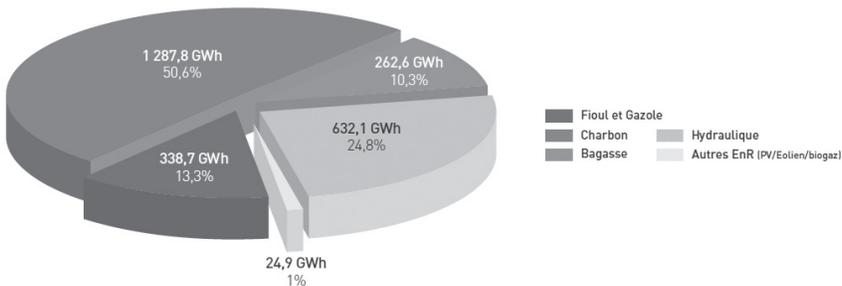


Figure 6 : Production totale d'électricité par type d'énergie à La Réunion en 2008²⁷

24 Suite à un court-circuit dans un poste source à Moufia (Saint-Denis) le 29 septembre 2008 vers 21 h 45, la ville de Saint-Denis a été plongée dans le noir. Cette baisse de consommation significative a déséquilibré l'égalité entre la production et la consommation entraînant un surplus de puissance sur le système électrique, qui s'est mis en mode protection, plongeant toute la côte ouest et le nord dans le noir (30 000 abonnés). Il a fallu deux heures pour que tout redevienne normal sur le réseau électrique.

25 Source : INSEE, *Bilan énergétique 2009. La Réunion*.

26 C'est-à-dire pour lesquels EDF peut commander la puissance facilement à tout instant.

27 Source des données : CTBR/CTG/EDF/Aérowatt. Auteur : Observatoire Énergie Réunion.

Il faut aussi mentionner d'autres contraintes, qu'on ne développera pas dans le présent article, telle la situation géographique de l'île qui l'expose à des tempêtes fragilisant le réseau, ou encore l'explosion démographique impliquant une évolution du réseau...

Il en résulte que les systèmes électriques insulaires sont plus vulnérables que les systèmes continentaux.

La stratégie mise en place

Il est nécessaire de diminuer les risques techniques pour une bonne stabilité du système électrique. L'une des stratégies est le renforcement du réseau électrique des lignes à haute-tension. En mai 2011, un câble sous-marin reliant Saint-Denis à La Possession (17 km) a été déployé afin de sécuriser le réseau en cas d'intempérie et sera efficace jusqu'en 2051.

Un levier important est d'avoir une politique énergétique insulaire. La Région Réunion, qui a compétence dans la gestion des énergies, prévoit une indépendance énergétique d'ici 2025 à travers le PRERUE²⁸ ayant comme objectif²⁹ le développement des énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse...) et la maîtrise de l'énergie (réduction de la consommation, utilisation de chauffe-eau solaires, réduction thermique dans les bâtiments...). Cette politique a pour objectif de diminuer l'importation d'énergie fossile afin d'éviter les risques de pénurie de pétrole et de crises géopolitiques. En 2009, la production électrique a atteint 2 618,3 GWh³⁰ dont 851,4 GWh d'origine renouvelable.

CONCLUSION

La sûreté du système électrique d'un pays ou d'un territoire est nécessaire afin de pérenniser la stabilité économique voire sociale dudit pays. Tout dépend de la localisation géographique de ce pays ou de ce territoire, car les contraintes seront différentes. La stabilité et le développement du système dépendent d'apports financiers et de compétences techniques. L'île de La Réunion a su bénéficier d'une manne financière de par son statut de département, de RUP et de la présence d'Électricité de France donnant un système électrique performant dans la région de l'océan Indien ce qui n'est pas le cas pour l'île Maurice, Madagascar ou Rodrigues. Cependant le développement du système électrique réunionnais a suivi

28 PRERUE : Plan Régional des Énergies Renouvelables et d'Utilisation Rationnelle de l'Énergie.

29 Le plan est consultable à l'adresse : <http://www.reunion2008.eu/pdf/fr/Prerue.pdf>.

30 1 GWh (gigawatt-heure) vaut un milliard (10⁹) de watts.

une politique « d'assimilation » nationale au détriment des spécificités insulaires.

Si les pays continentaux trouvent leur force dans l'interconnexion de leurs réseaux électriques, les îles jouissent d'un océan d'énergie (solaire, éolienne, marine, géothermique...) qui ne demande qu'à être exploité. Cette abondance suscite un engouement des îles pour les énergies renouvelables (EnR) ou dites propres. Mais l'arrivée en masse des EnR, plus aléatoires, sur le réseau n'est-elle pas une contrainte supplémentaire pour la stabilité des systèmes insulaires ?

Un risque minier majeur longtemps sous-estimé en France : les poussières de charbon

Serge Benoît

INTRODUCTION

De tous les milieux industriels, l'univers de la mine est celui qui évoque le plus spontanément et le plus immédiatement l'idée de risques entraînés par son activité. Ces risques sont de natures différentes : éboulements, inondations, explosions, dégagements gazeux ou radioactifs, et d'une inégale probabilité suivant la nature géologique de la substance minérale exploitée : mines de fer, de non-ferreux, de houille, d'amiante, d'uranium, etc. Je m'attacherai ici aux mines de houille, aux charbonnages, qui peuvent être considérés comme les plus générateurs de risques immédiats mais aussi à plus long terme (avec la silicose bien connue et d'autres pathologies professionnelles des mineurs) et qui, historiquement, ont donné lieu aux accidents les plus dévastateurs et meurtriers. Si le problème ne se pose plus en France, du moins pour le moment (toute exploitation souterraine de houille ayant cessé depuis 2004), l'actualité la plus contemporaine ne cesse d'en rappeler la dangerosité tout particulièrement dans les pays dits émergents, à commencer par la Chine, où une gigantesque extraction de houille (plus d'un milliard de tonnes par an) s'accompagne chaque année de plusieurs milliers de victimes déclarées, voire de bien davantage non déclarées.

Parmi les causes de catastrophes dans les mines de charbon, les plus ravageuses sont imputables aux explosions. Celles-ci peuvent être dues au risque le plus connu du grand public, lié à la présence de gaz méthane (CH_4), appelé familièrement grisou, contenu dans les alvéoles constitutives de la structure du minerai. Mais elles peuvent provenir aussi de la très grande explosibilité des poussières de charbon en suspension dans les ga-

leries, d'autant plus redoutables qu'elles sont presque invisibles. C'est de fait un coup de poussières qui a été à l'origine de la plus grande catastrophe minière arrivée en Europe, celle de Courrières (Pas-de-Calais), survenue le 10 mars 1906 et qui a occasionné 1 099 morts. La célébration de son centenaire en 2006 a donné lieu à de nombreuses manifestations mémorielles et scientifiques – cérémonies commémoratives, colloques, publications¹ –, qui ont remis en exergue l'extrême dangerosité du phénomène des coups de poussières, même s'il s'en est sans doute produit moins fréquemment que des coups de grisou proprement dits.

Au-delà de son énormité, et de l'émotion véritablement universelle qu'elle a suscitée, cette catastrophe mérite un intérêt particulier en tant que cas d'espèce pour l'étude de l'attitude face à un risque déterminé des différents acteurs concernés : compagnies houillères (les décideurs, maîtres du capital), services officiels de tutelle des mines (corps d'État des ingénieurs des mines), milieux scientifiques en charge d'une expertise des risques et jouant un rôle consultatif vis-à-vis de ces instances et acteurs de terrain : ingénieurs d'exploitation (à distinguer des ingénieurs d'État), agents de maîtrise et ouvriers mineurs. Car l'affaire de Courrières est une illustration, au milieu d'une longue série, des défaillances voire des errements des services officiels vis-à-vis des risques collectifs en général, que les trois dernières décennies ont certes particulièrement mis en valeur, mais qui ont eu en fait des précédents bien antérieurs. Les travaux historiques suscités par le centenaire de Courrières sont unanimes à faire ressortir, à côté des responsabilités, des carences et négligences propres à l'exploitant et à sa logique productiviste², des défaillances de la part des services officiels, qui ne relèvent pas d'un caractère de circonstance mais sont l'aboutissement structurel d'une faillite de leur expertise, pour n'avoir pas voulu admettre l'existence d'un risque spécifique aux poussières. Dans leur conviction, celles-ci n'étaient réellement dangereuses – et encore même dans ce cas d'une ampleur qu'ils sous-estimaient complètement – que si elles conjuguèrent leurs effets à la présence de grisou comme indispensable facteur déclenchant. Je voudrais revenir ici sur cette tendance de certains milieux en France à sous-estimer le danger des poussières sur les blocages collectifs qui ont pu empêcher ou retarder une prise

1 SCHWARTZMANN R., *Le drame de Courrières*, Saint-Cyr-sur-Loire, Éditions Alain Sutton, 2005 ; *10 mars 1906. Compagnie de Courrières : enquête sur la plus grande catastrophe minière d'Europe*, Coll. « Mémoires de Gaillette », n° 9, Lewarde, Centre historique minier du Nord-Pas-de-Calais, 2006 ; Société de l'industrie minière, *Courrières 1906. Les enseignements d'une catastrophe*, Paris, Société de l'industrie minière, 2006 ; VARASCHIN Denis et LALOIX Ludovic (dir.), *Courrières 10 mars 1906, aux risques de l'histoire*, Vincennes, GRHEN, 2006 ; *10 mars 1906. La catastrophe des mines de Courrières. Et après ?*, Actes du colloque européen organisé par le Centre historique minier du Nord-Pas-de-Calais à Lewarde, les 9-10-11 octobre 2006, Lewarde, Centre historique minier du Nord-Pas-de-Calais, 2007.

2 Cf. DUMONT Gérard, « Mécanisation et poussières à la Compagnie des mines de Courrières », *10 mars 1906. La catastrophe des mines de Courrières. Et après ?*, op. cit. p. 57-65.

de conscience du problème : dans d'autres grands pays miniers, celle-ci s'était bien davantage manifestée avant le choc de Courrières, et par une application raisonnée d'un principe de précaution avant la lettre avait peut-être contribué à y éviter d'aussi dramatiques désastres. Sur cette question, la catastrophe apparaît comme un événement structurant : elle a non seulement provoqué une prise de conscience universelle vis-à-vis de l'importance, insuffisamment reconnue, d'un problème depuis longtemps soulevé, mais aussi mis un point final à plusieurs débats fondamentaux antérieurs et conduit enfin à rechercher systématiquement des dispositions préventives. De sorte que l'on peut dire que, sur cette question, il y a véritablement un avant et un après Courrières, tout comme en matière de risque nucléaire, il y a un avant et un après Tchernobyl.

Il convient de préciser que ce problème du risque des poussières n'est pas, du reste, propre au domaine minier. Il concerne, en effet, toutes sortes de particules de matière végétale, animale ou minérale, riches en carbone, telles que les poussières de coton ou celles de farine, qui, au long du XIX^e siècle, s'étaient avérées dévastatrices dans de grands établissements industriels tels que des filatures ou des minoteries. Mais il n'en est pas moins vrai que celles de houille, de par leur nature chimique, étaient encore plus redoutables, tant par leur composition que par leur caractère presque invisible, le risque étant d'autant plus grand que ces particules étaient plus fines et de ce fait plus combustibles. Il est vrai qu'en raison de son extrême confinement, le milieu minier constituait, par rapport au risque des poussières, un environnement d'une tout autre dimension et d'une tout autre nature que les usines, même de grande taille, qui viennent d'être évoquées.

LA MISE EN ÉVIDENCE HISTORIQUE DE L'EXISTENCE D'UN RISQUE SPÉCIFIQUE LIÉ AUX POUSSIÈRES : SA PERCEPTION AVANT COURRIÈRES

Il s'agit ici de l'explosibilité de ces poussières, et non de leurs nuisances pour la santé des mineurs du point de vue respiratoire, qui est un tout autre aspect du problème³.

Il existe, en effet, deux sortes de poussières de charbon. Les plus fines (inférieures à 5 microns) ne peuvent pas provoquer d'explosion, mais ce sont celles, dites nocives, qui peuvent pénétrer jusqu'au fond des alvéoles

3 On notera, à ce sujet, que l'on commençait seulement à s'en préoccuper à la fin du XIX^e siècle, et que c'était le risque d'explosion des poussières qui focalisait alors le plus l'attention, du moins hors de France (ou plutôt en dehors des services officiels français).

pulmonaires des mineurs et y développer la silicose. Celles qui sont dites explosives proviennent de houilles contenant suffisamment de matières volatiles, et qui, pour devenir dangereuses, doivent être à la fois d'une grande finesse (inférieures à 75 microns) et d'une teneur suffisamment élevée. Ces poussières se forment dans les chantiers d'abattage, à partir desquels elles sont entraînées vers les galeries par le courant d'aéragé. Elles se déposent également dans les voies de roulage lorsque les berlines ne sont pas étanches, que des blocs de houille tombent de celles-ci et se brisent, que la ventilation balaie la surface du charbon contenu dans celles-ci. Mais surtout, le courant d'air se charge de poussières très fines qui se déposent sur le sol contre les parois et sur le boisage ; or le danger provient de ces particules les plus fines⁴.

Comment ce risque a-t-il été progressivement identifié, admis et reconnu au milieu de la succession des accidents miniers au long du XIX^e siècle ?

Une perception pionnière en Grande-Bretagne

Il n'est guère surprenant que ce soit en Grande-Bretagne que les premières observations aient été effectuées et que les premières hypothèses aient été émises sur le rôle des poussières dans certains accidents miniers, survenus notamment au pays de Galles⁵. C'était, en effet, le pays du monde où l'extraction charbonnière avait atteint une ampleur sans précédent et présentait en outre une grande variété quant à ses types géologiques de bassins houillers. D'après le grand ingénieur et professeur à l'University College de Cardiff William Galloway, le rôle des poussières enflammées à l'origine d'accidents mortels aurait été mis en évidence dès 1803 par Buddle. En tout cas, en 1828, Robert Bald signala la possibilité de l'inflammation de poussières charbonneuses par une explosion de grisou⁶.

Mais les constatations empiriques effectuées sur le terrain y ont été assez vite relayées par des analyses scientifiques, qui ont tendu à établir le rôle effectif des poussières, puisqu'en 1845, deux savants de première importance, Michaël Faraday et Charles Lyell, en établirent le rôle déterminant dans l'accident survenu l'année précédente à Haswell (Northumberland), dans lequel 95 mineurs moururent⁷. À la suite de bien d'autres

4 DOUGEZ Michel « Les catastrophes minières : leur nature, leur genèse, leur déroulement et leur prévention », KOURCHID Olivier et RABIER Jean-Claude (dir.), *Freinage, contrôle, régulation. Des sciences et techniques aux sciences sociales*, Paris, L'Harmattan, 2004, p. 47-63.

5 MILLS Catherine, *Regulating Health and Safety in the British Mining Industries, 1800-1914*, Farnham ; Burlington, VT, Ashgate Publishing Ltd, 2010, XXV-284 p.

6 Ces antécédents sont mentionnés, sans autre précision, in GALLOWAY William, *Colliery Explosions and Rescue*, London, The Gresham Publishing Company, 1908, p. 93-94.

7 JAMES Franck et RAY Margaret, « Science in the pits : Michaël Faraday, Charles Lyell and the Home Office Enquiry into the explosion at Haswell Colliery, County Durham, in 1844 », *History and Technology*, Vol. 15, 1999, p. 213-231.

accidents survenus dans l'intervalle, une commission spéciale, la *Royal Commission on explosions from coal dust in mines*, fut instituée en 1891, qui étudia une dizaine d'accidents graves arrivés depuis 1882, et qu'elle attribua aux poussières. En 1895, l'inspecteur général des mines Louis Aguillon résuma ainsi les arguments formulés par cette commission dans son rapport de 1894 :

- la présence de grisou est à elle seule insuffisante pour expliquer certaines explosions ;
- les poussières seules peuvent s'enflammer en l'absence complète de grisou, et produire une explosion dangereuse ;
- une explosion originellement due au grisou peut être considérablement amplifiée et indéfiniment propagée par la présence de poussières ;
- du grisou, en proportion assez faible pour ne pas par lui-même provoquer d'explosion, devient inflammable en étant mêlé à des poussières⁸.

Un facteur de risque qui commençait à être admis en France

En France même, c'est une série d'accidents surtout survenus après 1850 dans le bassin qui restait alors la première zone d'extraction charbonnière avant 1870 – celui du Centre-Midi comprenant les gisements du Massif Central et de ses périphéries – qui est venue soulever de manière récurrente la question de l'influence des poussières. L'ingénieur Charles du Souich est considéré comme le premier à l'avoir évoquée à la suite d'un accident survenu en août 1855 aux houillères de Firminy (Loire). L'ingénieur Édouard Estaunié – devenu célèbre par la suite comme écrivain – réitéra ces conclusions à propos de l'explosion de la mine du Treuil à Saint-Étienne, qui fit 21 morts en 1861. En 1874, un autre ingénieur des mines, Pierre Vital, attribua aux seules poussières le coup de feu intervenu cette année-là aux charbonnages de Campagnac (Aveyron), et fut admis à publier ses observations et hypothèses l'année suivante dans les très officielles *Annales des Mines*⁹.

Et, à ce moment, d'autres ingénieurs au Corps des Mines ont ouvertement considéré que certains de ces accidents étaient très probablement, voire certainement, imputables aux poussières, à commencer par Jules Callon, professeur d'exploitation des mines à l'École des mines de Paris. Le débat reprit de plus belle dans les années suivantes, dans la foulée de

8 AGUILLON LOUIS « Note sur la question des poussières en Angleterre », *Annales des Mines*, 9^e Série, *Mémoires*, Tome VII, 1895, p. 535-559. Cité par TAUZIÈDE Christian, « Création des stations d'essais et recherches sur les poussières », *Courrières 1906. Les enseignements d'une catastrophe*, p. 94.

9 VITAL P., « Recherches sur l'inflammabilité des poussières de houille », *Annales des Mines*, 7^e Série, *Mémoires*, t. VII, 1875, 2^e semestre, p. 180-198.

la catastrophe du Puits Jabin, à Saint-Étienne, qui fit 186 morts en 1876, puis de celle de Graissessac (Hérault) en 1877, de telle sorte qu'il vint à être abordé à l'Académie des Sciences elle-même, où en 1878 des chimistes de premier plan, Jean-Baptiste Dumas et Marcellin Berthelot eux-mêmes, attirèrent l'attention sur les risques spécifiques attachés aux poussières. Et une étude rétrospective des rapports d'accidents moins graves survenus depuis le début du XIX^e siècle faisait ressortir les effets des poussières associés ou non à la présence de grisou¹⁰.

Le développement et les incertitudes d'une controverse internationale dans la seconde moitié du XIX^e siècle

Très tôt, la question a été posée de savoir si les poussières étaient dangereuses par elles-mêmes, ou si elles ne l'étaient qu'en présence de grisou, devenant un facteur d'aggravation des explosions. Deux camps n'ont pas alors tardé à s'opposer, qu'il est convenu d'appeler poussieristes et anti-poussieristes, selon que les uns et les autres admettaient ou non l'existence d'un risque spécifique et indépendant des poussières. Sans doute ces deux positions adverses ont-elles coexisté dans les différents pays concernés. Ainsi les vingt-trois experts de la commission britannique instituée en 1891 s'avéraient-ils partagés, même si des savants aussi reconnus qu'Abel et Galloway s'étaient montrés des partisans résolus de la thèse poussieriste¹¹. D'abord pratiquement circonscrit à un échange franco-britannique, le débat s'élargit à partir des années 1880 aux pays germaniques puis aux États-Unis. Les Allemands en particulier engagèrent à partir de 1885 une série de recherches expérimentales, qui les conduisirent à de plus grandes certitudes concernant la dangerosité propre des poussières. Un peu partout, le point de vue poussieriste a gagné du terrain, voire l'a emporté, nulle part sans d'intenses débats. Le fait que d'autres poussières puissent provoquer de graves explosions, dans des milieux par nature exempts de grisou, comme celles de coton ou de farine, allait dans ce sens. Les poussieristes, comme Abel, défendaient l'idée que l'ampleur d'une catastrophe provoquée par les poussières était proportionnelle à l'étendue de la mine par suite d'un phénomène de propagation de l'explosion initiale par une réaction en chaîne (avant la lettre), en sorte que le feu se propageait aussi loin qu'il se trouvait de la poussière accumulée (soit une interprétation qui s'applique largement au cas de Courrières). Galloway relevait encore que les explosions intervenaient dans les voies servant d'entrée d'air, comme

10 Je reprends ici ESCUDIER Jean-Louis, « Le coup de poussières, un risque déjà identifié », 10 mars 1906. *Compagnie de Courrières. Enquête sur la plus grande catastrophe minière d'Europe*, p. 31-33.

11 LAVERGNE Gérard, « La question des poussières de houille devant la Commission anglaise », *Le Génie civil*, 14^e année, t. XXV, 1894, 2^e semestre, 13 octobre, p. 376.

étant les plus poussiéreuses. Et il faisait remarquer qu'au pays de Galles, tous les grands coups de feu du bassin s'étaient produits dans des mines sèches et poussiéreuses.

J'ai eu l'occasion de rappeler, à l'occasion du colloque de Lewarde de 2006, qu'alors que le débat semblait en voie de se clore en France sous l'effet de la fixation d'un point de vue officiel, presque d'une doctrine, il n'avait jamais été plus actif sur le plan international¹². La très utile bibliographie établie en 1910 par l'*United States Geological Survey* à partir des publications parues dans cinq pays producteurs sur l'explosibilité des poussières de charbon révèle une montée en puissance continue des publications sur ce sujet dans le monde, avec 8 références entre 1800 et 1870, mais 22 de 1871 à 1880, 43 entre 1881 et 1890, et surtout un bond à 107 entre 1891 et 1900, suivi, certes, d'une baisse à 33 entre 1901 et 1906, et d'un très fort regain d'intérêt avec 98 titres de 1907 à 1909 seulement, consécutif à la catastrophe de Courrières et à d'autres graves coups de poussières survenus cette fois aux États-Unis. La question n'avait donc pas cessé d'être soulevée parmi les milieux professionnels, même si la baisse significative intervenue durant les années ayant précédé immédiatement Courrières doit, à mon avis, être surtout interprétée non dans le sens d'un assouplissement de la vigilance, mais dans celui d'un débat qui, à l'étranger, paraissait devoir être de plus en plus tranché en faveur des thèses poussiéristes¹³. Mais les Français ne pouvaient ignorer l'ampleur de la discussion. Il s'agit là d'un exemple, parmi bien d'autres, de ces controverses dont l'histoire des techniques, au même titre que celle des sciences, est remplie – à l'instar du débat en électrotechnique, contemporain de celui sur les poussières, entre partisans du courant continu et de l'alternatif dans les années 1880-1890. Pour avoir été parfois moins connues du public, ces discussions, par leurs effets pratiques, n'ont rien eu d'académique comme on le voit dans le cas présent. Car, y compris en France, loin d'être circonscrit aux cercles des spécialistes, le débat se trouvait porté sur la place publique, et était connu de l'opinion par la voie de la presse, même s'il l'était peut-être alors un peu moins qu'outre-Manche.

12 BENOÎT Serge, « À propos de la sous-estimation en France des risques liés aux poussières avant Courrières », 10 mars 1906. *La catastrophe des mines de Courrières. Et après ?*, p. 42.

13 FARRENKOPF Michaël, « Le risque d'explosion dans les mines de houille à la fin du (long) XIX^e siècle. Aspects d'un problème européen », 10 mars 1906. *La catastrophe des mines de Courrières. Et après ?*, p. 30-40.

UNE NOUVELLE ILLUSTRATION DE L'EXCEPTION FRANÇAISE ?

Alors que jusqu'aux années 1870 incluses, une sorte d'accord avait semblé se dégager en France vers une prise en compte de la réalité d'un risque spécifique et autonome des poussières, aussi bien de la part des scientifiques que des milieux professionnels et des services officiels de l'État, on a assisté, à partir des années 1880, à un revirement de la position de ces derniers. Ce retournement a conduit à une minimisation du risque et à l'absence de préconisation de mesures préventives de la part de la tutelle administrative. Il y a donc lieu de s'interroger sur cette particularité française face au risque des poussières.

Le point de départ d'un revirement des organismes officiels : les travaux de la Commission du grisou, ou comment un train peut en cacher un autre

Sans doute, compte tenu de la nature géologique des houillères françaises, c'est le grisou qui est apparu comme le principal facteur de risque, peut-être parce que l'on n'avait pas suffisamment perçu la présence de poussières dans certains accidents, ou pas assez prêté attention à celles-ci. Leur rôle dans un certain nombre d'accidents arrivés outre-Manche, notamment dans le bassin sud-gallois, n'était pas nié, mais du coup cela revenait à dire que la France se trouvait moins exposée de par ses conditions naturelles.

Mais le problème en France s'est trouvé placé sous le regard de l'expertise officielle, en raison du poids, de l'autorité et du rôle du Corps des Mines, élite par excellence des corps techniques de l'État depuis sa fondation (il se recrute parmi les tout premiers classés à la sortie de l'École polytechnique). Comme du reste dans la plupart des autres pays producteurs européens, une Commission du grisou avait été mise en place en France par la loi du 26 mars 1877, donc par une initiative parlementaire et non pas gouvernementale (ce qui renvoie au passage au fonctionnement propre de la III^e République), à la suite de plusieurs catastrophes qui avaient ému l'opinion publique. Cette Commission, qui a fait preuve d'une grande activité dans les années 1870 et 1880, et qui était très naturellement prise en charge par le Corps des Mines, a rendu des rapports approfondis qui ont fait autorité non seulement en France, mais aussi à l'étranger (notamment en Autriche-Hongrie). Ses conclusions et recommandations se sont avérées efficaces, et il y a lieu de leur attribuer une part dans la réduction constatée du nombre des coups de grisou et de leurs conséquences sur le nombre des victimes. En France comme à l'étranger, ces travaux avaient

permis d'aboutir à d'utiles mesures vis-à-vis de l'emploi des explosifs de mine (comme l'interdiction de la poudre noire) et l'adoption de lampes dites de sûreté. En fait, tout se passe comme si l'on avait fini par considérer – à commencer par les responsables officiels – qu'il ne s'était pas produit en France d'explosions importantes dans des mines non grisouteuses et que l'on ne prêtait pas d'attention à ce qui s'était passé à l'étranger.

Mais, dans le prolongement de ces travaux de la Commission du grisou, une mission complémentaire fut chargée d'établir un diagnostic à propos des poussières, dont il importe de souligner qu'il était conçu explicitement comme une annexe de celui portant sur le grisou, et non pas comme s'il s'agissait d'un risque en soi à envisager séparément. Les deux scientifiques chargés de cette enquête sur les poussières, Ernest Mallard, inspecteur général des mines, et titulaire de la chaire de minéralogie à l'École des mines de Paris, au sommet de sa carrière, et un jeune ingénieur du Corps promis à l'un des plus brillants avenir, Henry Le Chatelier, remirent des conclusions très restrictives, que ce dernier réaffirma avec aplomb dans les années 1890¹⁴. Selon eux, les poussières n'étaient réellement dangereuses que si elles venaient renforcer les effets du grisou, et par elles-mêmes elles ne pouvaient donner lieu qu'à des explosions localisées, qui elles-mêmes ne pouvaient se propager au-delà d'une cinquantaine de mètres. Ils soutenaient que des accidents imputables selon eux aux seules poussières étaient extrêmement rares et peu graves, et que les combustions de poussières ne devaient pas être qualifiées d'explosions, et même que les poussières seules étaient très peu dangereuses. Dans leur mémoire de 1882, les deux ingénieurs formulaient avec assurance les conclusions suivantes : « Quoi qu'il en soit, nous considérons comme établi que les poussières, en l'absence de grisou, ne constituent pas une cause de danger sérieuse. Elles ne peuvent jouer un rôle important qu'en aggravant les conséquences d'une explosion produite par le gaz. Le grisou en proportion susceptible de faire explosion, tel est donc l'ennemi principal contre lequel il faut diriger tous ses efforts ; les poussières ne viennent qu'en second rang et très loin derrière. »¹⁵

Dans le compte rendu, cité plus haut, que fit Louis Aguilhon en 1895 du rapport de la commission britannique, il faisait état des conclusions de celle-ci, non sans émettre un certain nombre de réserves, ni dissimuler son parti pris antipoussiériste, qui était celui de ses collègues du Corps, et

14 Sur Henry le Chatelier, cf. LETTÉ Michel, *Henry Le Chatelier (1850-1936), ou la science appliquée à l'industrie*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2004. L'auteur met en lumière les tendances du personnage à une certaine rigidité intellectuelle.

15 MALLARD Ernest et LE CHATELIER Henry, « Du rôle des poussières de houille dans les accidents de mines », *Annales des Mines*, 8^e Série, *Mémoires*, Tome I, 1882, 1^{er} semestre, p. 98.

notamment son scepticisme concernant la possibilité d'une propagation à de très grandes distances d'une explosion d'origine poussiéreuse. Il n'en admettait pas moins, à propos de l'un des accidents analysés par la commission britannique, que l'explosion ne pouvait être attribuée au grisou.

Sur la longue durée, l'affaire de Courrières doit être envisagée en fonction de la montée d'une technocratie en France, avant même la Première Guerre mondiale. Appliqué au domaine minier, le Corps des Mines a été précocement porté à définir et même à faire prévaloir, voire à imposer, une doctrine, des conceptions, qui ont tendu à se transformer en une véritable orthodoxie, à la faveur de son pouvoir de contrôle, alors même qu'il n'était pas investi, comme surtout après la nationalisation de 1944-1946, d'un pouvoir de gestion. Son autorité, due à la présence parmi ses rangs de scientifiques de premier plan, universellement respectés comme Henry Le Chatelier, lui donnait un grand pouvoir d'influence, qui devenait un pouvoir décisionnel en cas de catastrophe, où il incombait légalement aux ingénieurs du Corps des Mines de diriger l'organisation des secours : d'où leur incompréhension, voire leur sincère désarroi, face à la situation de Courrières, où ils croyaient n'avoir affaire qu'à un simple coup de grisou.

Les facteurs d'un aveuglement officiel

Il serait trop simpliste de voir, compte tenu de l'époque, dans cette attitude des services français un rejet fréquent de ce qui venait de l'étranger, surtout du monde germanique, même si l'on sait combien, dans certains domaines, la science officielle (et du reste pas seulement celle-ci) a eu tendance, après 1870, à récuser les conceptions de provenance allemande, comme la théorie atomique en chimie. Ce n'est assurément pas de ce côté-là qu'il faut rechercher les égarements d'un aussi grand esprit qu'un Henry Le Chatelier, par ailleurs admirateur et adepte de certaines avancées de la science allemande en matière de chimie.

En fait, des scientifiques de sa trempe critiquaient, non sans raison, les conditions, qu'ils jugeaient insuffisantes, dans lesquelles certaines expériences en laboratoire d'inflammation de poussières de charbon avaient été effectuées à l'étranger, sur un plan strictement méthodologique et heuristique, sans réclamer pour autant des moyens d'expérimentation plus incontestables (y compris que les siens). Or, alors qu'il persistait et signalait dans les années 1890 dans ses conclusions de la décennie précédente, le même Henry Le Chatelier s'était imposé auprès de la communauté savante française et internationale pour ses travaux expérimentaux sur les phénomènes de combustion et d'explosion. Ses recherches et sa notoriété lui ont sans aucun doute valu un ascendant sur ses collègues tel qu'il est

devenu une autorité scientifique dont les avis ne paraissaient pas devoir être mis en doute par ses confrères du Corps des Mines, d'autant que son poids fut encore renforcé par sa nomination au Collège de France, puis son élection à l'Académie des Sciences. Nous serions donc en présence ici d'une sorte de dogmatisme de la part des services officiels, figés dans leurs certitudes, mais que l'on retrouve à la même époque sur bien d'autres terrains. Ce qui est en cause, c'est que le débat scientifique s'est trouvé en quelque sorte clos dans les services de tutelle. Or, ce point de vue a fini par prévaloir, malgré quelques nuances et réserves, auprès de ceux qui avaient la charge de former intellectuellement et professionnellement les futurs ingénieurs d'État et civils des mines, c'est-à-dire les professeurs aux Écoles des mines, et tout d'abord à celle qui a pour mission de former les ingénieurs du corps d'État, la prestigieuse École des mines de Paris, dont la plupart des enseignants appartenaient naturellement et institutionnellement au Corps des Mines.

Il reste qu'au-delà des considérations théoriques et des arguments d'autorité, par nature plus prégnants dans une institution publique, il convient de citer des éléments d'ordre factuel. La vigilance à l'égard des accidents miniers et des risques à leur origine a été affaiblie au tournant des XIX^e et XX^e siècles par une baisse significative des accidents miniers explosifs en France – et à un moindre degré en Europe occidentale – permise par l'amélioration des mesures de sécurité prises partout contre le risque du grisou et hors de France contre les poussières. En outre, les accidents miniers survenus en France où l'on avait pu établir, de manière certaine ou probable, un rôle décisif des poussières, étaient arrivés pour la plupart dans les vieux bassins du Massif Central et de ses périphéries, aux exploitations souvent archaïques, alors même que l'essentiel de l'activité extractrice s'effectuait désormais dans celui, plus récent, et aux exploitations plus modernes, du Nord/Pas-de-Calais, à la constitution géologique différente, tout comme les mines sud-galloises, outre-Manche, passaient pour plus propices par leur nature à favoriser le risque des poussières. Tout ceci tendait à conforter le sentiment et l'illusion d'une moins grande insécurité en France dans le domaine minier. Il y aurait donc eu une tendance à se laisser aller à baisser la garde face aux risques miniers en général, mais plus encore vis-à-vis des poussières, jugées secondaires par rapport au grisou considéré comme le danger principal.

Les certitudes officielles ont-elles eu un effet de désarmement vis-à-vis du risque des poussières? Elles ont en tout cas conduit à ne pas mettre en œuvre pratiquement les mesures préventives, même partielles sinon incertaines, qui avaient été appliquées à l'étranger.

Le rejet des mesures préventives

Contre le risque des poussières, des mesures préventives ont été mises au point à l'étranger, notamment en Grande-Bretagne, et dans les pays germaniques, Allemagne¹⁶ et Autriche-Hongrie.

Ces mesures consistaient principalement dans l'arrosage des berlines et des voies de roulement. Elles visaient à plaquer au sol, à coller aux blocs de charbon, les particules pour les empêcher de rester en suspension dans l'air. Sans doute, de leur propre initiative, certains exploitants ont-ils mis en œuvre ce type de dispositions, mais force est bien de constater qu'ils sont demeurés minoritaires, pour ne pas dire marginaux, même s'ils ont compté parmi leurs rangs des entreprises qui étaient souvent regardées à l'époque comme faisant référence sur le plan technique telles que les Houillères de Blanzzy.

Pour faire écarter ces mesures, les opposants mettaient en avant le coût d'investissement qui aurait été trop onéreux d'installations d'arrosage, qui impliquaient la pose de plusieurs dizaines de kilomètres de canalisations (même si, par ailleurs, celles-ci auraient été un moyen essentiel pour lutter aussi contre les incendies souterrains, facteur de risque majeur et de surcroît déclencheur de coups de grisou ou de coups de poussières), et même un surcoût connexe en termes de fonctionnement, par la mobilisation à temps plein d'ouvriers qualifiés. Or, à la fin du XIX^e siècle, et plus encore au début du suivant, on a assisté à un renforcement de la volonté de rentabilisation de la part des compagnies houillères, qui a conduit à réclamer une intensification de la productivité de la part des mineurs, et à faire des économies sur le terrain de la sécurité.

À l'occasion du centenaire de Courrières, plusieurs observateurs ont fait observer que la France avait en outre tardé à se doter d'une réglementation générale des houillères, applicable à tous les sites, et prenant en compte les dispositions de sécurité. De fait, le règlement de 1895, fourni à propos du grisou, ne comporte que quelques dispositions relatives aux poussières, qui sont moins des prescriptions que des recommandations. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, selon la logique officielle rappelée plus haut qui minimisait le danger des poussières en l'absence de grisou. En fait, on pourrait attribuer ces insuffisances à un déficit français plus général en matière de culture de réglementation minière, par opposition au monde de l'Europe centrale germanique, où l'exploitation intensive des mines polymétalliques avait suscité, dès le XIII^e siècle, voire auparavant,

16 FARRENKOPF Michaël, *Schlagwetter und Kohlenstaub. Das Explosionsrisiko im industriellen Ruhrbergbau (1850-1914)*, Bochum, Deutsches Bergbau Museum, 2003.

l'apparition de règlements miniers qui ne le cédaient en rien¹⁷, pour ne pas dire davantage, à ceux que l'essor charbonnier de l'ère industrielle a nécessités. Or, l'importance de la mine, en tant qu'exploitation souterraine par des travaux réguliers au moyen de puits et galeries, pour reprendre la définition de la loi du 21 avril 1810, n'est réellement apparue en France qu'avec le développement de l'extraction houillère, car, auparavant, elle n'avait tenu qu'une place marginale pour les non ferreux, dont les potentialités sur son territoire n'ont été découvertes ou redécouvertes que tardivement, dans le cours du XIX^e siècle, à la faveur des progrès de la science géologique¹⁸. Par ailleurs, la substance minérale la plus activement exploitée, le fer, l'a été principalement jusque vers 1870 au moyen de simples minières, c'est-à-dire d'excavations à ciel ouvert, qui ne réclamaient pas de réglementation élaborée¹⁹.

D'autres arguments ont pu aussi être avancés. Ainsi, certains membres du corps médical ont fait valoir, là encore non sans raison, que l'arrosage des galeries, en humidifiant l'atmosphère chaude du fond, aurait favorisé le développement chez les mineurs d'une pathologie que l'on était en train de découvrir, c'est-à-dire l'ankylostomiase, qui est une maladie parasitaire du tube digestif²⁰. En quelque sorte, l'on aurait eu affaire ici à des effets secondaires négatifs d'une mesure protectrice, à des dommages collatéraux individuels de ces dispositions préventives de caractère collectif. Tout comme il a été montré que l'adoption – tardive en France – de perforatrices à air comprimé, essentiellement après 1945, qui soulageaient la peine du travail d'abatage des mineurs, avait en contrepartie fortement aggravé leur exposition au risque de silicose.

La persistance ou résistance des points de vue poussiéristes en France avant 1906

En dépit de la position des services officiels, le risque des poussières n'avait pas été perdu de vue dans d'autres milieux professionnels français, qui restaient en particulier à l'écoute de la littérature technique étrangère, où, nous l'avons vu, le débat n'avait cessé d'être présent. En particulier, on peut constater un certain écart entre les ingénieurs d'État des mines et

17 Cf. sur ce point en particulier, BRAUNSTEIN Philippe, *Travail et entreprise au Moyen Âge*, Bruxelles, De Boeck, 2003.

18 Cf. GARÇON Anne-Françoise, *Mine et métal. Les non-ferreux en France, 1780-1880*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 1998.

19 Je renvoie sur ce point à ma communication au Colloque d'Autun tenu en avril 2010, « L'évolution de la législation française sur les minières de fer et son influence sur le développement de la sidérurgie de ses origines sous l'Ancien Régime jusqu'au milieu du XIX^e siècle », *Mines & Carrières, hors-série. Colloque d'Autun : deux siècles de législation minière en France*, n° 174, octobre 2010, p. 8-19.

20 Mills Catherine, *op. cit.*

leurs homologues du secteur privé, dits ingénieurs civils, de même qu'entre l'administration de tutelle et les grandes associations scientifiques et techniques privées, telles que la Société de l'industrie minérale, la Société d'encouragement pour l'industrie nationale ou la Société des ingénieurs civils de France. Sur ce plan, les centraliens paraissent avoir eu une attitude sensiblement différente de leurs collègues polytechniciens. Certains clivages persistaient donc. Nous avons pour notre part montré comment, sous la plume d'ingénieurs civils des mines ou de centraliens, le point de vue poussériste avait continué à s'exprimer dans une revue technique de premier plan telle que *Le Génie civil*, publiée depuis 1880, de même que dans le *Bulletin de la Société d'encouragement*, dont par ailleurs Henry Le Chatelier fut président de 1903 à 1905, et dans lequel, encore en février 1906, à quelques semaines du drame de Courrières, parut le compte rendu de publications récentes sur les explosions de mélanges d'air et de poussières dangereuses²¹. Qu'il s'agisse de la Société de l'industrie minérale²² ou de la Société d'encouragement, il s'agit d'institutions privées où se côtoyaient largement ingénieurs d'État et ingénieurs civils, et où les points de vue opposés pouvaient se confronter librement. On ne saurait donc affirmer que la discussion ait été évacuée par les positions péremptoires des figures de proue du Corps des Mines.

LA RECONNAISSANCE DU RISQUE DES POUSSIÈRES EN FRANCE APRÈS COURRIÈRES

Le choc de Courrières et la lente reconnaissance de leur erreur par les autorités de tutelle françaises

Par-delà l'immense choc émotionnel, en France et dans le monde, soulevé par la catastrophe du 10 mars 1906, s'est posé le problème de ses causes. Or l'établissement de celles-ci a été rendu très complexe et difficile par la destruction complète ou très profonde des structures dans la zone où l'explosion paraissait avoir pris sa source. Le rôle du grisou semblait difficile à invoquer, car il s'agissait d'une mine réputée peu grisouteuse, cependant qu'un incendie localisé s'était déclaré dans la zone qui a été sans conteste identifiée comme étant le point originel de l'explosion, et a été dénommée depuis la « voie Lecœuvre », du nom des trois malheureux mineurs d'une même famille qui travaillaient là le jour du drame. Nul

21 Benoît Serge, *loc. cit.*, 2007, p. 45-50.

22 Sur la Société de l'industrie minérale, cf. GARÇON Anne-Françoise, *Entre l'État et l'usine. L'École des mines de Saint-Étienne au XIX^e siècle*, Rennes, Presses universitaires de Rennes, 2004, 370 p.

n'osera aller imputer à l'un d'eux l'imprudence d'avoir utilisé à cet endroit une lampe à feu nu, comme cause première d'un aussi immense désastre. Ce serait véritablement lui faire jouer le rôle du lampiste..., là où tous les avis rétrospectifs s'accordent à reconnaître une cascade de responsabilités, à tous les niveaux locaux et nationaux, en plus d'un enchaînement de contingences (la fameuse « fatalité »).

La cause première de l'explosion n'a pas été identifiée, et ne le sera probablement jamais en raison de la destruction des traces de nature archéologique qui le permettraient. En revanche, si l'on ne connaît pas la cause de l'inflammation initiale des poussières, c'est à celles-ci qu'ont été unanimement attribuées l'ampleur de la catastrophe et la propagation de l'explosion sur une étendue aussi considérable. Il se peut qu'une présence de grisou – dont on a bien ultérieurement détecté et même éprouvé l'existence à l'occasion d'accidents dans d'autres parties du site²³ – ait provoqué cette explosion originelle, due peut-être à un contact avec une lampe à feu nu dans la fameuse voie Lecœuvre. Cette présence de grisou n'a été attestée dans cette houillère que bien des années après, à un moment où les procédés de détection de ce gaz étaient devenus bien plus précis et fiables qu'au début du xx^e siècle où l'on ne disposait guère que de la lampe Chesneau, voire du canari ! Mais elle ne suffit en rien à rendre compte de l'énormité de la catastrophe, qui ne peut être imputée qu'à la présence de poussières répandues à travers des dizaines de kilomètres de galeries. Courrières ne peut donc être qualifiée d'abord que comme un immense coup de poussières et non comme un simple coup de grisou.

Quoi qu'il en soit du facteur d'amorçage de l'explosion, il a fallu bientôt admettre que son incroyable violence et son immense propagation ravageuse devaient être attribuées à la dispersion de poussières répandues à travers quelque 110 km de galeries, par suite de l'extrême ramification de la morphologie du site. On notera que le premier rapport d'enquête officiel français, dû à l'ingénieur des mines Charles-Émile Heurteau, publié en octobre 1907, laissait transparaître sa quasi-certitude quant à l'absence de grisou dans la mine²⁴.

Ce n'est que progressivement que les experts chargés de l'enquête en sont venus à attribuer aux poussières, sinon le facteur déclencheur, du moins l'ampleur gigantesque prise par cette conflagration souterraine. C'est la commission d'enquête britannique qui significativement fut la

23 LIBERDA Régis, « Données et hypothèses sur l'origine de l'explosion », *Courrières 1906. Les enseignements d'une catastrophe*, p. 51-56.

24 HEURTEAU Charles-Émile, « La catastrophe de Courrières (10 mars 1906) », *Annales des Mines*, 10^e Série, Tome XII, *Mémoires*, 1907, 10^e livraison, p. 397-426.

première à émettre dès septembre 1906, dans son rapport préliminaire, l'hypothèse d'un coup de poussières et à la confirmer dans son rapport final de 1908. Son homologue française avait adopté en 1907 une position plus hésitante, en émettant 6 hypothèses différentes sur l'origine de l'inflammation, dont deux qui l'imputaient à la présence de grisou²⁵, et quatre à un coup de poussières dont l'amorçage restait à déterminer, sans dissimuler les objections qu'elles soulevaient. Et après un aveu partiel en 1907, c'est en 1910 que les services officiels français reconnurent pleinement leur erreur. C'est dans une brève note, publiée du reste non pas dans l'organe officiel du Corps des Mines, les *Annales des Mines*, mais dans celui d'une association privée, le *Bulletin de la Société de l'industrie minière*, que l'une de ses personnalités les plus éminentes, l'inspecteur général Louis Aguillon, directeur de l'École des mines de Paris, déclare : « Nul ne conteste plus que, seules, les poussières d'une houillère, dans certaines circonstances qui ne sont pas encore parfaitement élucidées, peuvent engendrer une de ces catastrophes que l'on appelle volontiers des "accidents généralisés", ce qui veut dire que l'inflammation une fois amorcée ne s'arrête plus que s'il n'y a plus de poussières inflammables. » Il ajoutait que l'erreur des antipoussiéristes « avait été de nier que les poussières seules pussent donner l'accident généralisé; ils n'avaient jamais contesté, ce qui eût été contester l'évidence, que les poussières pussent être enflammées et enflammées sur des parcours qui pouvaient atteindre une certaine longueur, mais sans produire de pression appréciable; et après un pareil parcours, le phénomène pour eux devait s'arrêter, quelles que fussent les conditions que présentassent les poussières. Il ne pouvait y avoir, pensaient-ils, qu'un accident local, de portée par suite assez relative, dont on devait se prémunir suffisamment par l'emploi des explosifs de sûreté²⁶ ».

Il reste que le caractère souvent passionnel qu'avait pu prendre le débat au tournant des XIX^e et XX^e siècles explique aisément l'extrême réticence et la lenteur des services officiels français à reconnaître leur erreur, sans qu'il soit besoin de faire appel à une explication psychologisante invoquant une certaine suffisance d'une élite imbue d'elle-même, même si cet aspect a pu exister de la part de certaines individualités. Très honnêtement, évoquant rétrospectivement en 2006 le comportement de ses collègues après

25 1° un (simple) coup de grisou; 2° une explosion de gaz provenant de la veine Cécile (incendie ayant précédé l'explosion); 3° un coup de poussières amorcé par un coup de mine à front de la voie Lecœuvre; 4° un coup de poussières amorcé par des cartouches dans la voie Lecœuvre; 5° un coup de poussières amorcé par un coup de grisou dans la voie Lecœuvre; 6° une inflammation de poussières provoquée par une cause inconnue dans la région de Marie 326 et accompagnée d'une explosion secondaire dans la voie Lecœuvre (Heurteau Charles-Émile, *loc. cit.*; cité par Liberda Régis, *loc. cit.*, 2007, p. 70-72).

26 AGUILLON Louis, « Un mot sur la question des poussières », *Bulletin de la Société de l'industrie minière*, 4^e Série, t. XIII, 1910, 2^e semestre, octobre, p. 309-310.

Courrières, un membre éminent du Corps des mines, Philippe Saint-Raymond, ne pouvait que s'étonner du manque de réactivité de la plus haute instance de l'État, le Conseil général des mines, incapable de modifier son ordre du jour pendant des mois pour aborder la catastrophe (mais, dira-t-on, n'appartenait-il pas déjà à son ministre de tutelle de l'en saisir plus tôt?). Il a, en effet, fallu attendre le 10 mai 1907 pour que le Conseil général des mines aborde directement – et non plus incidemment – la catastrophe de Courrières en étant saisi du dossier de la catastrophe, sur la base du rapport établi par l'inspecteur général Delafond à partir de divers documents officiels existants²⁷. Ce rapport, notons-le, reconnaissait le rôle essentiel joué par les poussières pour expliquer, sinon l'origine première, en tout cas l'ampleur de la catastrophe, non sans exprimer sa surprise : « Une catastrophe aussi considérable due aux poussières, était de nature à provoquer en France une surprise extrême. On²⁸ y avait, en effet, propagé l'idée que les inflammations de poussières étaient toujours limitées, et s'étendaient au plus sur une cinquantaine de mètres. On s'était sans doute, dans certaines mines, préoccupé des accidents parfois très graves que ces inflammations pouvaient provoquer, surtout à cause des gaz toxiques dégagés, et on avait prescrit l'emploi d'explosifs de sûreté, mais ces mesures étaient parfois plus ou moins bien appliquées parce qu'on ne redoutait pas suffisamment cette sorte de danger. » Le Conseil approuva certes les principales conclusions du rapport Delafond, en confirmant en particulier le rôle majeur des poussières dans l'accident et en vint (enfin!) à déclarer que le risque des poussières devait être mis sur le même plan, en gravité, que celui du grisou²⁹. Mais il remit à plus tard la question des mesures préventives.

Les effets pratiques de Courrières : le développement des recherches sur la sécurité minière

À cette attitude réservée des services officiels pris globalement, il convient d'opposer la prompt réponse du patronat organisé, que l'on attribuera pour une part au souci de répondre aux accusations du mouvement ouvrier et à la puissante grève qui a suivi la catastrophe et qui correspondait à un sentiment de révolte de la population du bassin. Dès 1907, en effet, l'organisation patronale qui regroupait la plupart des compagnies houillères (du moins dans le bassin Nord/Pas-de-Calais), le Comité cen-

27 SAINT-RAYMOND Philippe, « La catastrophe de Courrières vue du Conseil général des mines », *Courrières 1906. Les enseignements d'une catastrophe*, p. 77.

28 On regrettera que l'auteur, par ailleurs d'une grande honnêteté intellectuelle, n'ait pas cru devoir préciser davantage qui désignait ce pronom...

29 *Annales des Mines*, 10^e Série, t. XII, *Mémoires*, 1907, 10^e livraison, p. 486-487.

tral des Houillères de France, a de son propre chef pris l'initiative de créer à ses frais, sur le site de Liévin, une première station d'expériences sur les effets des poussières à grande échelle. Et grâce à l'activité et aux qualités d'expérimentateurs remarquables tels au premier chef que Jacques Taffanel³⁰, des résultats essentiels furent obtenus en quelques années avant 1914, qui permirent non seulement de mieux connaître les conditions de survenue d'un coup de poussières, mais aussi de définir des dispositifs préventifs, en plus de ceux déjà connus antérieurement, comme les « arrêts-barrages », auxquels le nom de J. Taffanel est resté attaché. Détruite en 1914 lors de l'avancée allemande, la station fut reconstituée à Montluçon en 1920 et placée sous la direction d'Étienne Audibert, ingénieur du Corps, ce qui montre assez combien cette instance de tutelle reconnaissait désormais la gravité du problème.

Les travaux conduits à Liévin de 1907 à 1914 avaient en particulier montré l'influence décisive de la nature des charbons sur la quantité de poussières en suspension dans l'air ou déposées dans les travaux souterrains, tout comme l'humidité de l'atmosphère des galeries, qui, même avec des charbons très friables, présentaient beaucoup moins de dépôts³¹. Il est apparu de même qu'intervenaient encore deux facteurs très importants : la teneur en matières volatiles, et la proportion de poussières fines, charbonneuses ou stériles. Ainsi, les charbons maigres ne s'avéraient-ils pas susceptibles de provoquer une explosion généralisée, dès lors que les charbons contenaient moins de 18 % de matières volatiles. C'étaient les poussières les plus fines, suffisamment riches en matières volatiles, qui présentaient la plus grande aptitude à s'enflammer dans l'air. De même, la proportion des stériles paraissait influencer fortement sur l'aptitude à la propagation. Une teneur de 40 % de stériles était jugée suffisante pour empêcher celle-ci avec des charbons maigres (à moins de 18 % de matières volatiles), alors qu'il en fallait plus de 50 % à 75 % avec des charbons demi-gras ou gras contenant de 20 à 30 % de matières volatiles. Ces pourcentages ou seuils ont été rectifiés depuis cette époque de quelques points, mais sans changement fondamental des ordres de grandeur³². Les recherches menées à Liévin puis à Montluçon ont, en outre, permis de définir les moyens les plus appropriés pour prévenir les accidents de poussières : traitement des poussières à l'abattage, neutralisation des poussières par schistification ou collage au moyen de pâtes salines, arrêts-barrages du

30 Ingénieur au Corps des Mines en poste jusque là à Saint-Étienne, il fut appelé par le Comité central des Houillères de France pour diriger de 1907 à 1914, la station d'essais de Liévin.

31 GRÜNER Louis-Édouard *Cours d'exploitation des mines*, Livre VI, Paris, Léon Eyrolles, 1925, p. 20-50 *passim*.

32 Ainsi le taux minimal de matières volatiles avec des charbons maigres a-t-il été abaissé de 18 à 13 %.

type Taffanel ou à réserve d'eau³³. Sur le plan réglementaire, c'est la catastrophe de Courrières qui a amené les pouvoirs publics à instaurer enfin en France en 1910 le premier règlement général des mines de combustibles solides, suite à l'avis du Conseil général des mines du 22 juillet de cette même année³⁴.

Au-delà de cet aveuglement primordial sur la question des poussières, ce sont aussi les carences d'ensemble de la politique de sécurité dans les houillères, de la part de l'État aussi bien que des compagnies, qui ont été brutalement mises en lumière par Courrières : absence d'organisation des secours à l'échelle du bassin, d'équipement en appareils respiratoires, etc.

Les prolongements d'un débat jusqu'à aujourd'hui : un repositionnement au-delà des polémiques d'hier ?

Si l'on confronte maintenant les positions les plus récentes qui ont été émises par des scientifiques et des ingénieurs des mines du privé et du public à l'occasion de la commémoration de Courrières, il ressort que le problème de la dangerosité des poussières ne peut plus être posé dans les termes quelque peu manichéens d'il y a un peu plus d'un siècle. Il semble que l'on soit parvenu à un dépassement des points de vue antagonistes qui s'opposaient passionnément avant cette catastrophe. Il est certes unanimement reconnu que les poussières peuvent s'enflammer en l'absence totale de grisou, mais que, dans une grande majorité d'accidents répertoriés, le grisou, même en faible quantité, a bien été le facteur de l'explosion initiale. M. Doligez n'hésitant pas à le lui attribuer dans 99% des cas, ce qui conduit à qualifier le risque des poussières de risque combiné sous l'appellation « grisou-poussières ». Mais cette dénomination ne saurait masquer le fait que l'ampleur des dégâts matériels et humains très souvent prise par ce type d'accident doit fondamentalement être imputée aux poussières et non au grisou malgré son rôle initial. L'unanimité s'est faite pour admettre que ce qu'a dramatiquement mis en lumière Courrières, c'est, outre la puissance phénoménalement dévastatrice des poussières, le fait qu'une explosion de poussières n'était en aucun cas destinée à demeurer circonscrite, et pouvait se propager sur des distances considérables à des vitesses énormes de plusieurs centaines de mètres par seconde. C'est sur ce dernier point, mais qui s'est avéré décisif, que l'obstination de spécialistes français de premier plan tels que E. Mallard et H. Le Chatelier à défendre le caractère localisé d'une explosion de poussières a le plus gra-

33 Tauziède Christian, *loc. cit.*, p. 94-105.

34 Saint-Raymond Philippe, *loc. cit.*, p. 83-85.

vement induit en erreur les services officiels et les milieux professionnels placés sous leur tutelle, et qu'il faut bien évoquer ici un véritable aveuglement³⁵. L'expérience historique est donc en fait venue corroborer sur la plupart des aspects le point de vue poussiériste, à l'exception du rôle du grisou, dont la présence déclencheuse s'avère sans doute quasi générale.

Bien que, comme le souligne un auteur aussi averti que M. Doligez, les catastrophes minières ne représentent qu'une faible proportion des accidents industriels dus aux poussières (selon lui 8 sur les quelque 300 recensés par an dans le monde dans les années 1980, principalement dans les secteurs du bois, de l'agroalimentaire et de la chimie), c'est dans les houillères que ces coups de poussières ont été les plus meurtriers. Sans passer en revue tous ceux qui ont eu lieu au cours du xx^e siècle, il faut rappeler ainsi, depuis Courrières, la série noire des accidents survenus aux États-Unis en 1907-1909 (dont celui de Monongah en Virginie Occidentale) et qui, cumulés, ont fait plus d'un millier de morts, ou plus près de nous celui survenu au Japon en 1963 à Mikawa-Miike-Omuta dans l'île de Kyushu (exclusivement attribué à un coup de poussières) et qui fit 458 morts et plus de 700 blessés.

Bien qu'il ne présente plus d'enjeu aujourd'hui en France – aussi longtemps que l'on n'y réexploitera pas du charbon –, le débat entre poussiéristes et antipoussiéristes a laissé des traces. La célébration du centenaire de Courrières donne l'impression qu'il en subsiste des séquelles. On perçoit comme la persistance d'un malaise latent à travers les écrits ou propos de certains membres des services officiels, qui ont du mal à admettre le fourvoisement de leurs collègues d'hier et comme inconsciemment cherchent à en minimiser la portée. Et les statistiques annuelles d'accidents miniers de même que les récapitulatifs historiques de ceux-ci publiés par les *Annales des Mines* ne font pas de distinction, quant à leur origine, entre les coups de grisou et les coups de poussières, rangeant les accidents relevant de l'un ou de l'autre cas de figure sous l'unique rubrique « grisou-poussières³⁶ ». De sorte que Courrières a été classé dans cette dernière catégorie dans un tableau publié en 2006, où figuraient cependant des cas – étrangers – mis au compte des seules poussières. Et l'on sait, à propos de bien des erreurs similaires commises dans toutes sortes d'autres domaines, qu'il faut sou-

35 Les services officiels auraient certainement dû prêter davantage attention au fait que lors de l'accident survenu le 18 février 1890 à la mine de Decize (Nièvre), une explosion reconnue comme provenant des poussières seules s'était propagée jusqu'à 180 m de son point d'origine, comme le Conseil général des mines le rappelait lui-même dans son Avis du 17 mai 1907 (*Annales des Mines*, 10^e Série, *Mémoires*, t. XII, 1907, *loc. cit.*, p. 486).

36 DARDALON André, « Le grisou et les poussières au xix^e siècle dans les mines françaises », *Annales des Mines*, 1962, fasc. X, p. 651-666 ; fasc. XI, p. 721-744. Du même, « Évolution de la sécurité dans les mines, minières et carrières de 1804 à 1962 », *ibid.*, 1965, fasc. I, p. 21-60.

vent des dizaines d'années pour que les services responsables acceptent de les reconnaître rétrospectivement.

Plus grave catastrophe de l'histoire industrielle française, Courrières a mis cruellement en évidence des dysfonctionnements dans les structures et des défaillances de la part des élites dirigeantes et des décideurs³⁷. Car Courrières est survenu dans un pays qui avait connu, au tournant des XIX^e et XX^e siècles, moins d'accidents miniers que d'autres grands pays industriels, et où l'on était tenté de mettre cette situation apparemment meilleure sur le compte d'une politique de sécurité, qui, à force d'avoir été centrée sur le risque du grisou, avait abouti à minimiser et, en pratique, à occulter celui, tout aussi grave, des poussières ! Comme bien d'autres événements similaires, Courrières a bien été le révélateur du fonctionnement de toute une société, et dépasse de loin le problème de la gestion d'un risque déterminé. Il en reste cette leçon sur la nécessité scientifique et citoyenne de laisser le débat toujours ouvert lorsqu'il s'agit d'un problème de risque, même si son importance n'est pas encore exactement évaluée, et de ne pas transformer en dogme l'opinion majoritaire des spécialistes, quel que soit le sens vers lequel ils penchent. Et au-delà du domaine minier lui-même, il y a plus d'un enseignement à tirer à propos des débats actuels sur les relations entre science et société.

37 Williot Jean-Pierre, « Le vacillement des élites : les ingénieurs des mines face à la catastrophe de Courrières », Varaschin Denis et Laloux Ludovic (dir.), *op. cit.*, p. 271-294.

Du rôle des accidents : gestion du risque dans le nucléaire civil (1945-1980)

Cyrille Foasso

AU TOUT DÉBUT DU MOIS DE JANVIER 1939, Otto Hahn et Fritz Strassman de Berlin annoncent la fission de l'atome. Le 2 décembre 1942, Enrico Fermi et ses collègues de l'université de Chicago parviennent à réaliser la première réaction en chaîne contrôlée. Les 6 et 9 août 1945, deux explosions dévastent Hiroshima et Nagasaki.

La rapidité du développement comme le danger potentiel mis en œuvre font de l'énergie nucléaire un précurseur de la gestion de la sécurité dans les industries à risque d'après la Deuxième Guerre mondiale. Elle présente de plus un aspect qui lui est particulier, la sensibilisation, voire l'hostilité d'une partie de l'opinion. Les ingénieurs qui eurent à gérer les difficiles problèmes techniques que recouvre la sûreté de cette énergie ressentirent la sécurité comme une condition nécessaire de son développement. Et ce qui est frappant pour l'historien, c'est que les principes de sécurité ont été très tôt établis... mais pas toujours respectés.

ÉVITER LES ACCIDENTS : UNE NÉCESSITÉ POUR L'ÉNERGIE ATOMIQUE

Les scientifiques et ingénieurs reconnurent très tôt qu'une pile atomique n'est pas une bombe et que le danger réside dans le fait qu'une réaction en chaîne mal contrôlée peut libérer dans l'atmosphère le poison radioactif contenu au sein de la pile. On pense même à l'époque que cette radioactivité est un million voire un milliard de fois plus dangereuse que

les substances toxiques manipulées dans les autres industries à risque. Il est donc essentiel d'éviter tout accident.

Une déclaration célèbre faite en 1957 par Christopher Hinton, responsable des premières installations atomiques britanniques, résume bien quelle était l'ambition des hommes de l'atome : « toutes les autres technologies du domaine de l'ingénieur ont progressé non sur la base de leurs succès mais sur la base de leurs échecs. Les ponts qui s'écroulèrent ont apporté plus à la connaissance des ponts que ceux qui tenaient; les chaudières qui explosaient ont apporté plus que celles qui n'avaient pas d'accident... L'énergie atomique, elle, doit renoncer à cet avantage consistant à progresser sur la base des connaissances acquises grâce aux incidents...¹ »

Il semble que jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, les développements industriels aient procédé par essai-erreur en matière de sécurité : appareils à vapeur, chemin de fer, mines, installations chimiques, la plupart des industries avaient opéré sur une petite échelle, le développement de nouveaux produits était suffisamment lent pour que la prévention des accidents soit basée sur la connaissance tirée des incidents. Les conséquences des défaillances n'étaient d'ailleurs pas nécessairement très grandes étant donné les faibles quantités d'énergie mises en œuvre, les faibles pressions, ou la toxicité des matières, au regard de ce qui sera utilisé après la Seconde Guerre mondiale. Les progrès en matière de sécurité provenaient pour l'essentiel d'une analyse *a posteriori* des incidents et accidents. Les conceptions dangereuses étaient progressivement éliminées, les bonnes pratiques en matière de conception, de fabrication et d'exploitation étaient peu à peu inscrites dans des codes et des normes. On a même pu dire que pour l'industrie chimique, l'approche de la sûreté était actuarielle : des statistiques tenant compte de la fréquence de certains risques rapportés aux dommages permettaient de déterminer les primes d'assurances pour la prévention des pertes financières pour une usine endommagée, les plaintes de tiers, ou les pertes de production, en cas d'accident (feu, explosion ou rejet toxique²).

Avec l'énergie atomique, un accident majeur est considéré comme inacceptable.

1 HINTON Christopher, *The Future of Nuclear Power*, Axel Ax : Son Johnson Lecture, Stockholm, 15 march 1957, cité par FARMER Frank R., « A Review of the Development of Safety Philosophies », *Annals of Nuclear Energy* Vol. 6, 1978, p. 261-264, p. 262. Le premier accident majeur de l'histoire de l'énergie atomique aura lieu quelques mois plus tard en Angleterre, en octobre 1957 à Windscale.

2 LEVESON Nancy G., *Safeware : System Safety and Computers*, Reading (Ma.), Addison-Wesley, 1995, p. 581.

ON ENVISAGE LES CATASTROPHES POSSIBLES POUR S'EN PRÉMUNIR

Et pour la première fois, affirme-t-on, dans l'histoire du développement industriel, une tentative est faite d'envisager les accidents ou les catastrophes possibles et de prendre les mesures de préventions nécessaires pour les empêcher.

Aux États-Unis, un Comité de sûreté des réacteurs présidé par le physicien Edward Teller est mis sur pied en 1947 pour évaluer la sûreté de ses réacteurs par la Commission atomique américaine (AEC). Ce comité d'experts propose dès 1948 une première mesure de mitigation des conséquences en cas d'accident, l'éloignement des installations atomiques des zones peuplées. Il énonce une formule empirique permettant de calculer une distance d'exclusion en fonction de la puissance du réacteur définie sur la base du « pire accident de réacteur possible en l'absence de confinement³ ». Une deuxième mesure de limitation des conséquences est proposée en 1953 par les ingénieurs de la compagnie General Electric, qui créent ainsi un précédent en matière de sûreté en enfermant le réacteur à l'intérieur d'une grande structure en acier⁴ permettant de confiner de manière ultime les matières radioactives à l'intérieur de l'enceinte si toutefois un accident devait se produire.

Lors de la première conférence des Nations Unies sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique à Genève en 1955, les experts américains en sûreté des réacteurs présentent des conceptions très avancées en matière de conceptualisation du risque. Ils affirment que « la sécurité absolue n'est pas possible », et que la sécurité d'une pile consiste à « réduire les risques à un minimum calculé acceptable⁵ ».

À un moment où la Commission américaine à l'énergie atomique (AEC) veut convaincre les industriels de lancer de vastes programmes de production d'énergie nucléaire civile, ils mettent en garde : la sécurité est une nécessité pour le développement futur de cette énergie. Si jusqu'alors aucun accident n'est à déplorer, il est impossible d'envisager un fonctionnement de longue durée de piles nucléaires sans que certaines erreurs dans les plans ou dans la mise en œuvre ne soient occasionnellement commi-

3 Les premiers réacteurs de l'AEC étaient plus ou moins situés dans des déserts, et le comité s'opposait notamment à la construction d'installations jugées dangereuses sur des centres atomiques trop proches des grandes agglomérations. La formule donne la distance d (en miles) en fonction de la puissance thermique P (en kWth) : $d = 0,01 P^{1/2}$, soit près de 9 km pour un réacteur de 100 MWe, 30 km pour un réacteur de 1 000 MWe.

4 WALKER Samuel J., MAZUZAN George T. *Controlling the Atom. The Beginnings of Nuclear Regulation 1946-1962*, Berkeley, University of California Press, 1984, p. 217-219.

5 McCULLOUGH Roger C., MILLS M.M., TELLER Edward, « La sécurité des piles nucléaires », *Première conférence des Nations Unies sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique*, Genève 1955, Vol. XIII, New York, United Nations, 1956, p. 93-102.

ses. Or étant donné la jeunesse et la nouveauté de la technique nucléaire, les statistiques d'accident sont inopérantes pour juger de l'acceptabilité des mesures de conception. Il faut donc être particulièrement prudent, et seul un jugement d'expert, indépendant, basé sur une analyse technique détaillée de la pile considérée, peut être efficace pour une évaluation de la sécurité.

Et pour cela, les concepteurs doivent rédiger un « rapport de risques » ou « rapport de sûreté », qui envisage notamment les différents scénarios d'accidents possibles et propose les mesures de protection pour leur faire face. Les experts évaluent alors les démonstrations fournies pour juger de l'acceptabilité ou non des moyens mis en œuvre.

Au cours de la deuxième moitié des années 1950, les promoteurs de l'énergie atomique s'interrogent même sur les pires conséquences que pourrait avoir un accident si toutes les mesures de sécurité échouaient, indépendamment de la probabilité qu'une telle catastrophe survienne. L'AEC s'était ainsi adressée à l'industrie des assurances spécialisées dans les risques contre les incendies : un rapport publié en juin 1955 mettait l'accent sur la différence fondamentale entre les réacteurs atomiques et les autres industries, à savoir « le potentiel catastrophique » de cette technique, même s'il était considéré comme peu probable. Il s'avérait impossible d'émettre une borne supérieure aux conséquences d'un accident. Une étude publiée en 1957 par le laboratoire national de Brookhaven concluait même que dans le cas du pire accident possible, un réacteur d'une puissance de 500 MWh pourrait conduire au décès de 3400 personnes, en contaminer 40000 autres et coûter de l'ordre de 7 milliards de dollars⁶.

De leur côté, les Britanniques essayaient également de prévoir les risques radiologiques qui seraient provoqués par une fuite massive de produits radioactifs en cas d'accident, dans l'hypothèse où toutes les mesures de sécurité auraient échoué. L'évaluation de ce risque devait permettre de proposer des critères pour l'emplacement de futures génératrices nucléaires à partir d'une estimation de distances dangereuses maxima. Un calcul était proposé mais étant donné l'absence d'expérience directe et en raison du grand nombre d'impondérables, ils proposaient de juger de la validité de leurs estimations en appliquant par similitude leur raisonnement « à d'autres substances dangereuses pour lesquelles existe une expérience valable, [à savoir] ceux qu'a enregistrés l'expérience industrielle dans la manutention à grande échelle de gaz toxiques, chlore et phosgène

6 L'assurance financière en cas d'accident était un élément clé pour l'AEC afin d'inciter l'industrie restée réservée face au développement de l'énergie nucléaire. Jusque-là, les assurances ne couvraient les risques qu'à hauteur de 60 millions de dollars. Pour encourager les industriels, le gouvernement en accord avec l'AEC propose une couverture supplémentaire de 500 millions de dollars en cas d'accident de réacteur (Price Anderson Act voté en août 1957).

(COCl₂)⁷ ». Considérant qu'une pile de cent mégawatts représentait un danger comparable à celui d'un réservoir de dix tonnes de phosgène, les auteurs évoquaient la catastrophe de Hambourg en 1928 où 8 tonnes de phosgène s'étaient échappées d'un réservoir de stockage. Par chance, le gaz avait été transporté par le vent au-dessus de la campagne avant d'arriver dans un village. Cinq personnes situées à environ 300 mètres du réservoir avaient été tuées.

Les auteurs soulignaient cependant qu'à la différence des poisons chimiques, la radioactivité ne pouvait pas être neutralisée et qu'aucune technique de décontamination n'existait. Une plus grande marge de sécurité devait donc être adoptée que pour les toxiques chimiques, en particulier parce qu'un grand désastre ferait fatalement régresser l'industrie de l'énergie atomique à ses débuts. La conclusion était cependant favorable au futur épanouissement de cette énergie : « Il est évident que les accidents seront peu fréquents, et tant qu'ils ne pourront pas entraîner une émission de produits de fission équivalents à plus de quelques dizaines de mégawatts, il n'est pas nécessaire d'envisager pour les piles atomiques des emplacements éloignés de toute agglomération. » La condition était de s'attacher « à des principes stricts dans l'étude, la construction et le fonctionnement d'une usine atomique⁸ ».

SI LA SÉCURITÉ ABSOLUE N'EXISTE PAS, COMMENT ÉVALUER LE RISQUE RÉSIDUEL, ET SON ACCEPTABILITÉ ?

Aucune industrie ne s'était posé la question des conséquences catastrophiques de défaillances techniques dont l'éventualité pouvait apparaître si faible, et l'accent mis sur ce type d'accidents par les experts était loin de faire l'unanimité parmi la communauté nucléaire. Il semblait plus raisonnable d'évaluer la sûreté en se basant sur des hypothèses plus réalistes.

Cependant, si l'on pense que la sécurité absolue n'existe pas, comment juger de l'acceptabilité du risque résiduel, une fois toutes les mesures de sécurité adoptées. Dans l'évaluation du risque, les experts étaient confrontés à l'indétermination classique en mathématique « $0 \times \infty$ » : les conséquences d'un accident majeur peuvent être « infinies » alors que toutes les mesures sont prises pour faire tendre la probabilité de l'accident vers zéro.

7 MARLEY W.G., FRY T.M., *Risques radiologiques causés par une fuite de produits de fission et incidence de ces risques sur le choix de l'emplacement d'une génératrice nucléaire*, « Première conférence des Nations Unies sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique », Genève 1955, Vol. XIII, New York, United Nations, 1956, p. 119-123.

8 *Ibid.* p. 123.

Les autorités chargées d'accorder les autorisations devaient arbitrer entre le renforcement des mesures de sécurité incorporées dans les projets proposés par les industriels et l'assouplissement des contraintes sur les sites. La réduction des zones d'exclusion et d'évacuation était en effet une question fondamentale aux yeux des industriels pour la réduction des coûts des terrains à acheter et des lignes de transport de l'électricité et ainsi se rapprocher de la compétitivité économique de cette forme d'énergie.

À la fin des années 1950, ce compromis conduira aux États-Unis au concept d'accident maximal crédible, le « pire accident dont la probabilité est considérée comme croyable⁹ ».

UN QUESTIONNEMENT, MAIS DES PRATIQUES... : WINDSCALE

Malgré la conscience du risque chez les ingénieurs et leur ambitions d'éviter les accidents, l'énergie atomique est victime d'une véritable série noire à la fin des années 1950¹⁰ : de nombreux incidents et accidents se produisent, dont le principal est celui de la pile n° 1 de Windscale, sur la côte du Cumberland en Grande-Bretagne. Deux ans après les estimations théoriques des conséquences possibles d'une fuite radioactive, l'accident de Windscale allait fournir la première expérience en grandeur nature du passage d'un nuage radioactif échappé d'une pile atomique.

Le 7 octobre 1957, une opération de recuit Wigner est engagée sur la première des deux piles plutonigènes de Windscale afin de libérer de façon contrôlée l'énergie potentielle emmagasinée à l'intérieur du graphite. Ce neuvième recuit, mal maîtrisé, conduit à l'incendie de 150 canaux contenant les éléments combustibles sur le millier que compte la pile. Aucun système de sauvegarde n'était prévu pour faire face à une telle éventualité. Le refroidissement de la pile était en circuit ouvert, l'air traversant le cœur était rejeté à l'atmosphère par une cheminée haute de 130 mètres, après passage sur des filtres.

Vingt mille curies d'iode 131 ont été relâchées, et étant donné la contamination des sols, une interdiction de boire le lait produit sur une zone de 500 km² fut promulguée pendant plusieurs semaines. Des produits radioactifs issus de l'accident seront détectés dans les jours suivants en Belgique, en Allemagne et jusqu'en Norvège. La pile accidentée est défini-

9 BECK Clifford K., MANN M.M., MORRIS M.A., *Reactor Safety, Hazards Evaluation and Inspection*, "Proceedings of The Second International Conference on Peaceful Uses of Atomic Energy", Genève 1958, New York, United Nations, 1959, p. 17-20.

10 On peut notamment citer les accidents de criticité d'Oak Ridge en juin 1958, de Los Alamos en décembre, de Tcheliabinsk en avril 1957, de Vinca en Yougoslavie en octobre 1958, et les accidents de la pile NRX au Canada en 1952, la catastrophe de Kychtym en URSS en 1957, l'accident de NRU au Canada en 1958, de G1 en 1956 et d'Alizé I en 1959 en France.

tivement hors d'usage. Les modifications proposées à la suite de l'accident pour améliorer la sûreté de sa jumelle auraient tellement augmenté le coût du plutonium produit qu'on décide en octobre 1958 de ne pas redémarrer la pile n°2.

Les filtres, qui n'étaient pas prévus dans la conception initiale du réacteur, auront sans doute contribué à limiter la quantité de radioactivité rejetée. On raconte¹¹ à ce sujet que John Cockcroft, directeur de l'établissement d'Harwell, en visite à Hanford aux États-Unis, aurait repéré un gros trou en train d'être creusé à côté du site de construction d'un réacteur similaire pour les filtres d'échappement. Il aurait alors fait une visite furtive à la poste pendant la pause déjeuner pour câbler au responsable britannique de la construction de Windscale, Christopher Hinton, d'installer des filtres d'échappement sur les réacteurs de Windscale. Étant donné l'avancement des travaux, la seule façon de rajouter ces filtres était de les mettre en haut des piles, à 130 mètres de hauteur. Ces filtres devinrent célèbres sous le nom de « Cockcroft's folly » parce que les responsables de Windscale pensaient qu'ils étaient superflus et avaient plusieurs fois demandé leur retrait entre 1954 et 1956.

LES RÉPERCUSSIONS EN FRANCE : LA NÉCESSITÉ DE SPÉCIALISER DES INGÉNIEURS DANS LA SÛRETÉ

L'accident de Windscale allait avoir d'importantes répercussions dans le monde, et en particulier en France où le Commissariat à l'énergie atomique construit des piles semblables à celles de Windscale sur le site de Marcoule, non loin d'Avignon. Les piles G2 et G3 divergeront pour la première fois respectivement en juillet 1958 et juin 1959. L'accident de Windscale joue un rôle déterminant dans la prise de conscience chez les responsables du risque d'accident majeur et conduit en Grande-Bretagne comme en France à la mise sur pied des premiers organismes spécialisés dans la sûreté¹².

Comme en Grande-Bretagne au cours des années 1945-1955, la sécurité des installations françaises restait du ressort des techniciens eux-mêmes.

11 Cette anecdote est rapportée par MEGAW James, *How Safe? : Three Mile Island, Chernobyl and Beyond*, Toronto, Stobbard Publishing Company, 1987, cité par Leveson Nancy, *op. cit.*, p. 618.

12 D'autres facteurs contribuent à cette institutionnalisation de la sûreté. La deuxième moitié des années cinquante voit un changement de contexte pour l'énergie atomique : des organismes internationaux chargés de l'énergie atomique sont créés (Agence Internationale de l'Énergie Atomique en 1957, Communauté Européenne de l'Énergie Atomique en 1955, Conférences de Genève des Nations Unies à partir de 1955) et lèvent le voile sur le secret des recherches menées par chaque pays. Ces institutions internationales sont des lieux où s'élaborent des normes qui pour certaines sont plus ou moins contraignantes pour les pays membres. Il est donc important pour la France en particulier de disposer de ses propres organismes d'expertise afin de pouvoir défendre ses intérêts dans ces institutions.

Ces années correspondent à une phase d'autarcie dans le développement, de concurrence, de course de vitesse à la bombe et à la future viabilité économique de cette énergie. Et c'est aussi ce contexte de précipitation dans les réalisations qui explique l'accident anglais. Christopher Hinton avait d'ailleurs indiqué avec prudence, lors d'un congrès d'électriciens à Londres en 1955, que dans le domaine de l'énergie atomique comme ailleurs, « les excès de vitesse peuvent se payer très cher¹³ ».

Le développement des grandes piles de production françaises est marqué par l'empirisme. Il faut aller le plus vite possible. Tous les moyens disponibles sont consacrés au développement, personne n'est chargé de réfléchir en propre à la sûreté. Les techniciens n'ont pas le temps de faire tous les essais qui permettraient une connaissance approfondie des différents phénomènes intervenant dans le fonctionnement d'une installation. La construction et le fonctionnement d'une machine, certes imparfaite, doivent permettre d'acquérir l'expérience en grandeur nature plus rapidement. Pour faire face aux inconnues sur les données, les concepteurs incluent dans leurs projets de nombreuses marges de sécurité : ils surdimensionnent les installations. On ne se rapproche que progressivement des frontières où l'on estime que le fonctionnement de la machine peut poser des problèmes : les essais sont menés avec d'autant plus de précautions que le fonctionnement est mal connu ou qu'il peut s'avérer dangereux. Peu à peu, on autorise les installations à fonctionner en se rapprochant des limites. En parallèle, des expériences de physique sont montées sur des piles spéciales afin d'acquérir ou de préciser les connaissances de base encore lacunaires.

La France n'est pas épargnée par les incidents de la fin des années 1950 : en juin puis en juillet 1956, la pile EL2 à Saclay connaît des problèmes de refroidissement. Des mesures conduiront à estimer que 25 grammes d'uranium ont brûlé lors du deuxième incident. Ces incidents accélèrent la mise au point d'un système de détection de rupture de gaines, système qui était seulement en préparation au moment de l'accident. À l'automne 1956, un défaut de refroidissement conduit à la fusion de 7 kg d'uranium sur la pile G1 de Marcoule.

Ces incidents montrent la nécessité d'un meilleur contrôle de la sûreté. Le passage à la phase industrielle impose une institutionnalisation de la sûreté et une division des rôles : scientifiques et ingénieurs chargés des projets ne peuvent plus être seuls responsables de la sûreté de la machine qu'ils manipulent. Une Commission de sûreté des installations atomiques est ainsi mise sur pied à partir de janvier 1960. Comme lors de séances

13 Cité in PRINGLE Peter et SPIGELMAN James, *Les barons de l'atome*, Paris, Seuil, 1982, p. 187.

d'un tribunal¹⁴, les responsables des installations viennent plaider leur cause devant la commission¹⁵. Un certain nombre de pratiques tolérées jusque-là sont désormais prohibées.

Les ingénieurs qui se spécialisent dans la sûreté doivent désormais convaincre leurs collègues que l'absence d'accident est une condition *sine qua non* de la réussite du futur développement industriel de cette forme d'énergie : la sûreté est l'intérêt général de toute la communauté nucléaire. Pour convaincre les projeteurs qu'ils ne sont pas que des gendarmes ou une bureaucratie inutile, les hommes de la sûreté montrent qu'ils peuvent apporter une aide aux développeurs ; les études qu'ils mènent dans leur domaine propre de la sûreté contribuent elles aussi à la prochaine compétitivité de l'énergie nucléaire, en permettant de réduire les marges de sécurité prises initialement par prudence.

Dans le cas français, le retard est net en matière de sûreté : on ne s'était pas posé les questions américaines et britanniques sur l'évaluation des conséquences possibles d'un accident. Mais dans la droite ligne des estimations anglaises, les Français estiment que le danger des piles atomiques n'est pas exceptionnel. Dans le cours consacré à la sûreté des piles atomiques pour les ingénieurs de l'industrie qui se forment au génie atomique à l'Institut national des sciences et techniques nucléaires, les spécialistes du CEA insistent aussi sur une particularité de l'énergie atomique, la sensibilité particulière de l'opinion :

« Les installations atomiques posent des problèmes de sûreté qui sont dans leur ensemble du même ordre de grandeur que ceux posés par certaines installations classiques. C'est ainsi que l'explosion dans un grand port d'un navire chargé de munitions ou d'essence, ou l'incendie d'un dépôt de gaz asphyxiants au milieu d'une ville, peuvent entraîner autant de morts, de maladies incurables ou de dégâts matériels qu'un grave incident nucléaire sur un navire ou une centrale atomique. Cependant, certains facteurs conduisent à attacher à la sûreté en matière atomique une importance encore plus grande qu'en matière classique : d'abord les répercussions psychologiques d'accidents nucléaires peuvent être plus grandes étant donné la sensibilité des opinions publiques en ce domaine. ¹⁶ »

14 Archives du Commissariat à l'énergie atomique, Fonds du Haut-Commissaire, F 5 26 55.

15 Il faudra attendre sept ans après l'instauration de la CSIA pour que le pôle d'inspection prévu à l'origine reçoive un financement et un poste. C'est dire que malgré cette première division des tâches, l'accent restait mis sur le développement, et peu de moyens étaient disponibles pour une tâche de pur contrôle. D'ailleurs, Jean Bourgeois, le responsable du groupe d'ingénieurs spécialisés dans la sûreté, le père de la sûreté nucléaire en France, restera pendant près de dix ans à la fois chef de la Sous-commission de Sûreté des Piles et chef du Département d'Études de Piles, le département chargé des études et des projets de piles du CEA.

16 VATHAIRE de François, « Sûreté des installations atomiques », *Génie atomique*, Volume I, Section C, Bibliothèque des sciences et techniques nucléaires, PUF, 1960, 22 pages.

THREE MILE ISLAND : LA FIN DES CERTITUDES ?

On sait que l'histoire de l'énergie atomique en France au tournant des années 1960-1970 est marquée par l'abandon de la filière à uranium naturel graphite gaz développée par le CEA et les premières équipes d'EDF au profit de la filière à eau légère et uranium enrichi développée aux États-Unis par Westinghouse. EDF effectue un transfert de technologie qui sera la base du vaste équipement nucléaire français. Cette technologie, présentée comme robuste, tout comme les principes de sûreté utilisés aux États-Unis à la conception, les normes de fabrication, les procédures d'exploitation, la présence d'une enceinte ultime, l'analyse de sûreté basée sur l'examen d'accidents de référence censés envelopper toutes les situations accidentelles, tout cela semble rendre l'hypothèse d'un accident de plus en plus hypothétique.

L'impossibilité d'un accident conduisant à la fusion du cœur ainsi que l'intégrité du confinement comme barrière ultime s'élèvent progressivement au rang de dogmes. On pense même parmi les industriels que les centrales sont si sûres qu'on pourrait les implanter au cœur des villes, sur la place de la Concorde, au centre de Paris, aurait même déclaré un industriel français. On dénonce de plus en plus le coût des mesures de sûreté imposées aux centrales nucléaires au regard des autres industries à risque, et l'on s'interroge sur l'utilité de cette enceinte étanche qui coûte si cher¹⁷.

Alors que les centrales françaises vont démarrer en rafale, survient l'événement le plus marquant pour l'histoire de la sûreté de l'énergie nucléaire civile, l'accident de la centrale américaine de Three Mile Island, le 28 mars 1979. Au départ, il s'agit d'un incident tout à fait banal sur le circuit secondaire lors d'une opération de maintenance. Cet incident dégénère¹⁸ finalement en accident conduisant à la fusion d'une partie des éléments combustibles, au relâchement d'une grande quantité de radioactivité dans le circuit primaire puis dans l'enceinte. Celle-ci empêchera l'essentiel de la radioactivité de s'échapper vers l'extérieur, rendant les effets sanitaires de l'accident négligeables. Mais on aura pu craindre pendant

17 La stratégie d'EDF pour son équipement nucléaire a été la construction d'installations standardisées par palier prenant pour référence une centrale américaine. Le premier palier de 900 MWe sera suivi d'un second de 1300 MWe. Une étude comparative sur les coûts en 1977 montre que le coût du kWh du second palier est supérieur d'environ 52 % à celui du premier, dont 44 % sont imputables aux améliorations en matière de sûreté. Des propositions de modifications seront proposées en août 1978 et aboutiront à un palier dit P'4 qui diminue les coûts d'environ 10 %, essentiellement par une réduction de la taille des bâtiments. L'enceinte de confinement par exemple voit son diamètre passer de 45 à 43,8 m et sa hauteur de 59 à 50 m.

18 On pourra par exemple trouver une description et une analyse de l'accident par un des spécialistes de la sûreté nucléaire français s'exprimant dans la grande revue nucléaire française : TANGUY Pierre, « L'accident de Harrisburg : scénario et bilan », *Revue générale nucléaire*, 1979, n° 5, septembre-octobre, p. 524-525. Pour un récit détaillé de l'accident de Three Mile Island, voir : WALKER Samuel J., *Three Mile Island : a nuclear crisis in historical perspective*, Berkeley, University of California Press, 2004.

plusieurs heures qu'une concentration d'hydrogène libéré lors de la fusion provoque l'explosion du bâtiment.

Si les conséquences radiologiques sont négligeables, les dégâts au niveau du cœur du réacteur dépassent toutes les estimations. Tous les spécialistes de sûreté considèrent en 1979 que les conséquences sur le cœur sont limitées (tout au plus estime-t-on que quelques gaines entourant le combustible ont fondu et non l'uranium lui-même¹⁹). Quelques semaines après l'accident, on pense encore pouvoir faire redémarrer le réacteur après avoir décontaminé la radioactivité. Ce n'est que six ans plus tard, en 1985, qu'on apprendra l'étendue réelle des dégâts sur le cœur du réacteur et sa centaine de tonnes de combustible, en faisant passer une caméra de télévision entre les structures : 39% du cœur a fondu ! Qu'un incident aussi banal au départ ait pu dégénérer en un accident grave était presque inimaginable.

Plusieurs commissions d'enquête²⁰ pointeront du doigt les pratiques de l'industrie américaine. De nombreuses mesures seront recommandées pour remédier aux négligences constatées à TMI (entretien au rabais, mauvaises signalisations, absence de retour d'expérience, mauvaise formation...). On souligne en particulier la nécessité de « revaloriser le critère sûreté par rapport au critère coût ». On note également que l'une des causes fondamentales de l'accident tient à la psychologie collective des ingénieurs du nucléaire à la veille de l'accident, à savoir que « la croyance en une sécurité suffisante des centrales nucléaires [était] devenue une conviction. » Et l'un des rapports conclut à l'attention des responsables de l'énergie nucléaire : « Il faut savoir que la puissance nucléaire est potentiellement dangereuse de par sa nature même et qu'il faut continuellement se demander si les sauvegardes déjà en place suffiront à prévenir des accidents graves.²¹ »

L'accident de TMI est l'illustration d'une certaine mise en défaut des analyses prévisionnelles de risque : de nombreux autres exemples pourraient être cités, comme les problèmes de métallurgie rencontrés à partir de 1979 sur le parc nucléaire français.

19 Dans sa description de l'accident en 1979, Pierre Tanguy écrit à propos de la phase la plus critique de l'accident : « on atteint vraisemblablement en certains points la température de fusion de la gaine » (*ibid.*, p. 524.) Cette phrase sera remplacée en 1995 par « on atteindra la température de fusion de l'oxyde d'uranium » dans le récit donné dans son ouvrage qui reprend par ailleurs le texte de 1979 : BOURGEOIS Jean, TANGUY Pierre, COGNE François, PETIT Jean, *La sûreté nucléaire en France et dans le monde*, Paris, Polytechnica, 1996, p. 97-106. Une mission d'information du ministère de l'Industrie français conclut un rapport en affirmant en mars-avril 1979 : « contrairement à certaines informations, aucune fusion notable de l'oxyde d'uranium ne s'est produite ».

20 KEMENY John G., *Report of the President's Commission on Three Mile Island (The Need for Change : The Legacy of TMI)*, US Government Accounting Office, Washington DC, 1979; Nuclear Regulatory Commission, "TMI2 Lessons Learned Task Force", NUREG-0578, juillet 1979.

21 Cité in : Revue Générale Nucléaire-Actualités, « TMI. Les conclusions du rapport Kemeny », *Revue générale nucléaire*, N° 5, septembre-octobre 1979, p. 523.

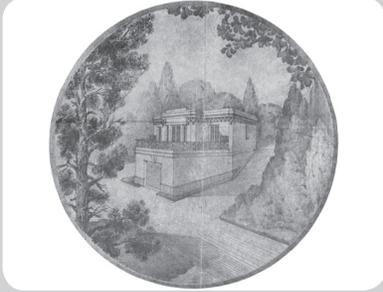
TRANSMETTRE NON PAS DES DOGMES, MAIS UNE ATTITUDE INTERROGATIVE

Il ne s'agit pas ici de prendre la pose de l'observateur goguenard des difficultés et des échecs d'hommes et d'organisations confrontés à des problèmes délicats et inédits, et dont les réalisations peuvent au contraire susciter une certaine admiration. Les efforts consentis dans l'industrie nucléaire ont d'ailleurs conduit à un niveau de sûreté exceptionnel, cité en exemple dans d'autres industries.

Mais ces exemples invitent les techniciens à une plus grande humilité. À chaque époque des certitudes tombent, certaines affirmations péremptaires s'avèrent fausses quelques années plus tard, d'autres sont validées. Jusqu'à Three Mile Island, les hommes du nucléaire pouvaient s'adresser à la population de façon arrogante, avec des arguments d'autorité : eux « savaient » que le risque était hautement improbable, voire impossible.

Comme pour les autres techniques, les incidents et les accidents ont fait progresser considérablement la technique nucléaire. La réflexion sur le risque, la compréhension que la sécurité absolue n'est pas possible, que la technique ne peut pas être infaillible, a conduit dès les années 1950 à prendre des mesures de prévention comme de mitigation des conséquences, qui n'ont pu éviter les accidents, mais qui ont au moins dans le cas de Three Mile Island permis de rendre acceptables leurs conséquences.

En science comme en technique, le doute, l'incertitude, les limites des connaissances, l'erreur même, devraient être enseignés dans les universités et les écoles d'ingénieurs comme partie intégrante de la connaissance scientifique : le rôle de l'enseignement ne devrait pas être la transmission de dogmes, mais de susciter l'esprit interrogatif. Alors que la science et la technique jouent un rôle croissant dans nos sociétés, cela conduirait sans doute aussi à une plus grande modestie des ingénieurs dans leur communication vis-à-vis de l'opinion. L'histoire des sciences et des techniques, en montrant les succès, les échecs, les erreurs, a un rôle majeur à jouer dans ce processus.



Partie II

Varia

La complexité de l'électrification des centres de brousse en Afrique équatoriale française (AEF) : l'émergence d'une forme particulière de la microélectrification dans les années 1950

**Robert Edgard Ndong
Stéphane William Mehyong**

DANS LE DOMAINE DE L'ÉLECTRIFICATION, les centres de brousse désignent des groupements isolés de quelques dizaines de foyers européens et quelques centaines de cases africaines, situés à une distance telle d'un centre de production d'énergie qu'il est impossible de les alimenter à partir de celui-ci. En d'autres termes, électrifier un centre de brousse ne favorise pas l'interconnexion afin de constituer un réseau unique sur toute l'étendue du pays. D'où la promotion de plusieurs petits réseaux indépendants, appelés la microélectrification. Les centres de brousse représentent à eux seuls l'essentiel du nombre des agglomérations aefiennes, environ 90%. C'est dire qu'on peut mieux y jauger l'ampleur et la structure de la progression de la « fée électricité » sur cette Fédération de 2 500 000 km², mais surtout, découvrir la prédominance d'une façade atypique de la microélectrification. Pourtant, ce modèle d'équipement, connu dans sa forme initiale, n'est pas inédit dans les années 1950, c'est-à-dire au début de l'électrification des centres de brousse en Afrique équatoriale française (AEF). Car on procède déjà de cette façon, notamment dans les années 1930-1940, avec les principaux centres urbains que sont Brazzaville, Pointe-Noire, Libreville, Bangui et Fort-Lamy.

L'origine de l'équipement électrique des centres de brousse remonte à la fin de la Seconde Guerre mondiale, lorsque le Parlement décide d'entreprendre un effort rationnel de développement des colonies, sinistrées par l'effort de guerre et en proie à une forte volonté d'émancipation. C'est l'objet de la loi n° 46-860 du 30 avril 1946 qui vise à l'établissement, au financement et à l'exécution des plans d'équipement et de développement des Territoires d'Outre-Mer (TOM). Cette loi détermine plusieurs objectifs à atteindre, parmi lesquels satisfaire aux besoins des populations autochtones et généraliser les conditions les plus favorables à leur progrès social¹. Des plans quadriennaux et deux organismes publics pour les financer, le Fonds d'investissement pour le développement économique et social de l'outre-mer (FIDES) et la Caisse centrale de la France d'outre-mer (CC-FOM), voient ainsi le jour. Le 15 février 1947, la Commission de modernisation des TOM inscrit que « Les plans d'équipement public porteront en premier lieu sur l'énergie, et plus spécialement l'énergie hydroélectrique qui devra être produite en quantité suffisante et à des prix suffisamment bas pour assurer largement tous les besoins industriels connus ou prévisibles, ainsi que pour mettre progressivement à la disposition de chaque consommateur une moyenne annuelle de 50 kWh pour la consommation domestique et artisanale.² »

Explicitement, l'électricité devient la priorité de l'État qui la considère comme le socle de tout essor socioéconomique. L'électrification de l'AEF se caractérise dès lors par l'usage de capitaux conséquents et par la création d'une société d'économie mixte, l'Énergie électrique de l'Afrique équatoriale française (EEAEF) afin de superviser tous les travaux de réalisations électriques. Ces leviers permettent d'aménager les barrages du D'joué au Moyen-Congo³ et de Boali en Oubangui-Chari⁴, mais aussi de rénover les centrales thermiques déjà existantes. Cependant, pendant les années 1950, l'électrification de toute l'AEF se présente déjà comme un grand défi et suscite des discussions. Car, s'il faut poursuivre le processus, il est opportun de fournir de l'électricité à toutes les localités sans exception. L'une des missions des plans est de consentir des investissements nécessaires à certaines électrifications, sans perspective de rentabilité. Ces réalisations conditionnent le développement socioéconomique d'une majorité de régions. Ce développement ne peut être que progressif. Tous les principaux centres urbains de la Fédération sont déjà électrifiés et le désir

1 Ministère de la France d'Outre-Mer, L'équipement des territoires français d'outre-mer. Aperçu des réalisations du FIDES 1947-1950, Paris, 1951, p. 11.

2 Archives nationales d'outre-mer (ANOM), FM 1 FIDES 48, dossier 354, FIDES : séance du Comité Directeur du 15 février 1947 sur les études générales pour l'électricité/EDF : demande de subventions.

3 Construit de 1951 à 1953 pour électrifier Brazzaville, capitale fédérale.

4 Construit de 1953 à 1955 pour électrifier Bangui dont le réseau est quasi désuet.

des territoires d'élargir cette œuvre aux petits centres revient sans cesse. Toutefois, face aux nombreuses demandes d'équipement venant de tout l'empire colonial, les fonds des plans deviennent rapidement insuffisants. Aussi la priorité est-elle accordée aux projets présentant indubitablement une certaine rentabilité. C'est ce qui est à l'origine de la forme inédite et problématique de la microélectrification lorsqu'elle est appliquée aux centres de brousse.

Le but de cette étude est donc d'analyser les imbrications multiformes qui freinent l'électrification des centres de brousse et donnent une singularité à cette œuvre en AEF. Quelles sont les particularités des centres de brousse? Combien de centres de brousse bénéficient d'un aménagement électrique? Comment se présentent leurs équipements? Quels sont les sources et le niveau de leurs financements? Quels sont les obstacles qui gênent l'optimisation de leur électrification? Les réponses à ces interrogations s'organiseront autour de deux grands centres d'intérêts. Il y aura d'une part la spécificité des centres de brousse et l'organisation des conventions d'étude de leur électrification et, d'autre part, les contraintes de financement et d'équipement de tous les centres de brousse sous conventions d'études.

LA SPÉCIFICITÉ DES CENTRES DE BROUSSE ET L'ORGANISATION DES CONVENTIONS D'ÉTUDE DE LEUR ÉLECTRIFICATION

On dénombre une centaine de centres de brousse en AEF, répertoriés dans les années 1950 par l'EEAEF et Électricité de France (EDF⁵). Très vite, ces entreprises relèvent l'étendue de leurs besoins électriques et le type d'équipements adéquats. Elles se rendent compte, à cause de l'étroitesse du marché potentiel, qu'une autre forme d'électrification s'impose : on standardise, on simplifie les équipements et on préconise une distribution intermittente en fonction des catégories de besoins. Ainsi, à partir de 1951, on sélectionne une douzaine de centres de brousse qui signent une convention d'études avec l'EEAEF en vue d'un éventuel aménagement électrique.

Les particularités des centres de brousse

On distingue deux types de centres de brousse. D'une part, le centre secondaire qui a une population comprise entre 10 000 et 15 000 habitants.

5 Créée en avril 1946, EDF devient dès 1949 l'ingénieur-conseil et partenaire technique des sociétés d'économie mixte créées dans l'outre-mer après la Seconde Guerre mondiale pour organiser l'équipement électrique.

D'autre part, le centre rural qui compte quelques milliers d'habitants. Ils sont établis le plus souvent aux croisements de voies de communications où se développent généralement diverses activités liées au transport. Ainsi, les centres de brousse diffèrent des grands centres comme Brazzaville, Pointe-Noire, Fort-Lamy, Bangui ou Libreville, qui ont une population européenne et des activités relativement plus importantes. De prime abord, l'isolement et l'inertie économique rendent difficile leur électrification. De plus, les Africains y ont un niveau de vie encore plus faible que dans les grands centres et restent encore fortement attachés à leur mode de vie (éclairage au feu de bois, à la torche faite à base de résines d'écorces d'arbres...). Tout cela atrophie grandement les besoins en électricité. Aussi, les crédits du FIDES s'attèlent-ils à tenir compte de ces particularités pour rentabiliser les équipements à aménager.

Précisément, électrifier un centre de brousse revient à réduire considérablement les coûts d'établissement et d'exploitation des centrales pour que les charges soient supportables. Les experts aboutissent unanimement à un constat rapide : tous les centres de brousse présentent quasiment les mêmes caractéristiques. Ils proposent ainsi qu'« une solution générale [soit] apportée au problème posé par leur électrification, d'où l'idée de faire appel à des usines standards ne différant que par leur puissance et le nombre de groupes qui les équipent⁶ ». Autrement dit, il s'agit d'implanter des centrales très simplifiées. L'administration coloniale fournit généralement le bâtiment devant abriter la centrale, souvent un hangar, des bureaux vacants ou encore un garage qu'elle n'utilise plus. De préférence, la centrale doit être située au centre de l'agglomération afin de s'affranchir des sujétions résultant de l'existence d'une éventuelle ligne moyenne tension. Les installations mises en service dans les centres importants de l'AEF sont réalisées suivant des conceptions que l'on peut qualifier de classiques : centrales Diesel à vitesse modérée de 375 tours/minutes (t/m) surtout, réseaux établis conformément aux prescriptions techniques en vigueur en métropole. Ce sont des équipements coûteux qui risquent, s'ils sont utilisés pour un centre de brousse, de grever le prix de revient de l'énergie. Pour donner une idée de la densité globale des installations évoquées pour un centre de brousse, il faut simplement dire que la pointe des besoins y est susceptible d'atteindre, quelques années après la mise en service des installations, 50 à 200 kilowatts (kW). L'idée prééminente est d'utiliser des groupes Diesel autonomes, munis de ventilateurs, transportables tout montés, dont la vitesse de rotation est relativement plus élevée (1000 t/m) avec des alternateurs débitant en basse tension (220/380 V).

6 Archives EDF, carton 801085, Études sur l'électrification des centres de brousse. Journées internationales de l'électricité dans les pays tropicaux, 1956.

Ils doivent être robustes de façon à limiter au maximum l'entretien et les réparations. Les groupes étant autonomes, les services auxiliaires mécaniques sont réduits à peu de chose, et le refroidissement doit être assuré par l'eau circulant en circuit fermé⁷.

Concomitamment, l'exploitation est rendue plus facile par le fait que les groupes doivent être équipés de dispositifs de sécurité provoquant automatiquement l'arrêt en cas d'incidents mécaniques ou électriques. Cela permet à la centrale de fonctionner avec une main-d'œuvre réduite et non qualifiée. De plus, les dispositions d'ensemble et de détails sont standardisées au maximum, notamment en ce qui concerne les tableaux électriques des groupes⁸.

À propos des réseaux, il importe de souligner qu'une ligne moyenne tension n'est pas souvent utile car le centre est petit. En fait, l'électrification est limitée à la zone principale de l'agglomération, au centre de laquelle il est souvent possible d'implanter la centrale à proximité des principaux consommateurs, c'est-à-dire les quartiers administratifs, commerciaux et les habitations européennes. Pour les réseaux basse tension, les faibles puissances en jeu conduisent à utiliser des conducteurs de dimensions modérées. Cela permet d'envisager l'emploi de lignes plus ou moins « légères » qui peuvent être utilisées sur des supports conçus pour elles⁹. C'est ainsi que la desserte des quartiers africains « dilués¹⁰ » peut être assurée par des lignes monophasées, montées sur des supports constitués par des tubes en acier étiré. Car le coût élevé des branchements, deux fois plus important que dans les grands centres, peut ici constituer un obstacle majeur au développement de l'électrification des populations africaines. Divers moyens sont, par conséquent, utiles pour obtenir la réduction du coût des branchements¹¹ :

- en supprimant certaines parties, non indispensables, des branchements du type métropolitain ;
- en utilisant des matériels simplifiés (câbles isolés au néoprène au lieu des câbles PFT) ;
- en réalisant des branchements collectifs chaque fois que c'est possible ;
- en faisant une active propagande, au moment de la construction du réseau, de façon que le maximum d'abonnés potentiels fasse procéder à l'exécution des branchements pendant la réalisation du réseau.

7 Archives EDF, carton 801085, Électrification des centres de brousse, 1956.

ANTOINE A., « L'électricité à la disposition des populations des pays d'Afrique noire », *France outre-mer*, n° 297, Paris, 1954, p. 70-71.

8 *Ibid.*

9 *Ibid.*

10 Quartiers qui regroupent une sorte d'élite africaine.

11 Antoine A., « L'électricité à la disposition », *op. cit.*, p. 70-71.

Une économie importante est sans doute réalisée dans le domaine des postes de réseau, en utilisant des postes préfabriqués, arrivant tout montés de la métropole, au lieu des postes classiques en cabine maçonnerie employés régulièrement¹². Et parallèlement, la nomenclature de ces équipements est revisitée et standardisée. Cela écourte, en conséquence, la durée d'étude de chaque centre comme le reconnaît M. Apertet de l'EEAEF : « D'une manière générale, toutes les centrales de brousse sont identiques et l'établissement des dossiers d'avant-projet que nous avons confiés consiste à reprendre pour chaque dossier les mêmes mémoires descriptifs, plans et schémas. L'administration à qui nous soumettons pour approbation, chaque étude préliminaire avant de l'adresser pour l'établissement de l'avant-projet, connaît parfaitement le type de centrale adopté et nous avons jugé inutile d'en faire à chaque fois une description.¹³ » Dans le même temps, la spécification du matériel prélude le mode de distribution escompté et le souci de rentabilité, car « étant donné la situation économique d'un petit centre, il faut accepter des conditions de distribution d'électricité extrêmement austères.¹⁴ » Derrière l'adjectif « austère », c'est en fait le fonctionnement permanent de la centrale qui est sacrifié. Des choix importants s'opèrent : une distribution de quatre ou cinq heures par jour ne permet pas de satisfaire en même temps tous les besoins en énergie électrique. Ces derniers sont divisés en cinq catégories : besoins domestiques, besoins administratifs, besoins artisanaux et commerciaux, éclairage public et usine des eaux. Une distribution séquentielle s'effectue. De dix-huit à vingt-trois heures on privilégie les usages électrodomestiques. De six à treize heures, les besoins artisanaux et administratifs sont satisfaits. La part de chacune des cinq catégories, dans la consommation estimée, est évidemment prise en compte pour déterminer les heures de distribution et pour utiliser au mieux l'énergie produite¹⁵. Même lorsque les besoins domestiques sont privilégiés, seuls « les Européens et assimilés » sont prioritaires. De plus, il est préférable que leur équipement se limite à la possession d'un poste de radio, d'un ventilateur, d'un fer à repasser et d'une bouilloire ou d'un réchaud. Il est vivement recommandé d'éviter les chauffe-eau de 1000 Watts (W) et les cuisinières électriques de 3000 W. Quant aux armoires frigorifiques, elles exigent une distinction permanente¹⁶. Cela vaut surtout pour les centres ruraux.

12 Archives EDF, carton 801085, Électrification des centres de brousse, 1956.

13 Archives EDF, carton 01105, Lettre de M. Apertet au service des études d'outre-mer d'EDF du 8 juillet 1954.

14 Archives EDF, carton 801085, Études sur l'électrification des centres de brousse. Journées internationales de l'électricité dans les pays tropicaux, 1956.

15 *Ibid.*

16 *Ibid.*

Électrifier un centre de brousse est-il synonyme de limitation de la distribution ? En fait, il s'agit d'ajuster au mieux la puissance installée et la puissance appelée. La distribution n'y est qu'exceptionnellement permanente, la faiblesse marquante des besoins pendant les heures creuses ne justifiant pas, dans la plupart des cas, un service continu. En principe, la production de l'usine doit correspondre à la consommation à chaque moment de la journée. Il faut aussi que la consommation soit la plus régulière possible pendant la journée. Une illustration permet de mieux comprendre¹⁷ :

- les besoins sont répartis tout au long de la journée, la puissance appelée est de 1 000 kW pendant vingt-quatre heures, un groupe capable de produire 1 000 kW est suffisant ;
- les besoins sont regroupés au même moment, la puissance appelée est de 24 000 kW pendant une heure, il faut installer vingt-quatre groupes de 1 000 kW, groupes inutilisés en dehors de cette heure.

Au total, comme le dit M. Antoine, inspecteur général à EDF : « On devrait pouvoir choisir les centres dont la desserte sera la plus économique et dans lesquels la consommation d'énergie, y compris les besoins éventuels pour l'alimentation en eau, paraît susceptible du plan grand développement.¹⁸ » La standardisation et la simplification des réseaux de brousse n'ayant pas rendu possible la rentabilité à court et à moyen termes de tous les centres, une sélection doit s'opérer. Malgré tout, aucune entreprise d'électricité, notamment l'EEAEF, l'Union électrique coloniale (UNELCO) et la Compagnie coloniale de distribution électrique (CCDE), ne veut mobiliser des capitaux pour des lieux possédant des perspectives de consommation presque aléatoires. Ainsi, le FIDES décide d'affecter des crédits d'études et d'exécution à l'EEAEF, sous le contrôle de l'administration coloniale et en liaison étroite avec celle-ci. Néanmoins, une contribution spéciale des communes et des territoires est demandée grâce aux budgets locaux. L'électrification des centres de brousse est donc exclusivement une œuvre publique, en suivant la démarche de la métropole où l'électrification des zones rurales n'a été possible que par des subventions massives consenties en fonction du but social à atteindre.

On peut, *grosso modo*, saisir toute la spécificité des centrales de brousse. Presqu'une douzaine fait l'objet d'études complètes. Toutefois, des désagrégements inattendus perturbent la réalisation des travaux.

¹⁷ *Ibid.*

¹⁸ Antoine A., « L'électricité à la disposition », *op. cit.*, p. 70-71.

Les conventions pour l'étude des centres de brousse

Sous la forte insistance des territoires, l'administration fédérale sollicite l'intervention de l'EEAEF pour électrifier les centres de brousse. Le 20 avril 1951, le Moyen-Congo est le premier territoire à signer avec l'EEAEF une convention relative à l'étude d'un centre de brousse, à savoir Dolisie. Ensuite, le 12 août 1952 vient le Tchad pour Abéché, Fort-Archambault et Moundou. Après, le 13 juillet 1954, l'Oubangui-Chari fait de même pour Berberati, Bambari et Bouar¹⁹. Enfin au Gabon, en 1957, les dossiers d'études d'électrification et d'adduction d'eau des centres de Lambaréné, Mouila, Oyem et Bitam sont achevés. Bien avant, à partir de 1955, une étude d'aménagement de la chute de Poubara, dans le sud-est du territoire, est entreprise par EDF pour le compte de la Compagnie minière de l'Ogooué (COMILOG²⁰), en vertu d'une convention intervenue entre ladite compagnie et l'EEAEF. L'étude d'une usine Diesel est également entreprise, en variante²¹.

En définitive, seul le dixième de la centaine des centres de brousse officiellement répertoriés bénéficie de conventions d'études. En outre, pour réduire les coûts d'installation et d'exploitation, on procède parfois à la récupération du matériel déjà utilisé par une autre ville ou par un organisme. C'est le cas de Moundou qui bénéficie des groupes Diesel en provenance de l'ancienne centrale de Fort-Lamy ou encore de Bouar avec les groupes de la centrale de son camp militaire. En novembre 1954, la mission protestante de Berberati s'engage à fournir son groupe Diesel à l'EEAEF pour participer à la réduction des frais d'installation du réseau de la ville. Au Tchad, un combustible atypique semble être préconisé. En effet, il est recommandé des centrales mixtes Diesel et vapeur brûlant de la graine de coton²². La proximité des zones de cultures du coton explique, en grande partie, la recommandation de l'usage de cette graine que l'on obtient à des prix assez bas sur place. En 1953, une autre innovation suscite un attrait particulier : la compagnie cotonnière équatoriale française (COTONFRAN) fait part à l'administration territoriale du Tchad de la possibilité de l'usage de l'huile des graines de coton, à la place des graines elles-mêmes, pour le fonctionnement des groupes des centrales de brousse. Cela n'indiffère pas les services métropolitains du Plan qui « sont [...] très intéressés par l'extraction

19 Archives EDF, carton 925863, Convention relative à l'étude de la ville de Dolisie, 20 avril 1951.

Archives EDF, carton 925863, Convention relative à l'étude des centres du Tchad, 12 août 1952.

Archives EDF, carton 925863, Convention relative à l'étude des centres de l'Oubangui-Chari, 13 juillet 1954.

20 La COMILOG est constituée en septembre 1953 par des intérêts français et états-uniens pour exploiter le manganèse du Gabon.

21 Archives EDF, carton 801085, Service des études d'outre-mer d'EDF. Rapports d'activités (1958-1959). Premier trimestre 1958.

22 Archives EDF, carton 925863, EEAEF : lettre de M. H de Maublanc à la société, 3 juin 1953.

d'huile de ces graines. Il semblerait opportun que, à l'occasion de la remise de ces dossiers (avant-projets d'Abéché, Fort-Archambault et Moundou) au territoire (ou à la Fédération), vous signaliez à l'administration que ces huiles végétales sont susceptibles d'alimenter les moteurs Diesel, au prix pour ceux-ci, de très légères modifications. Il va sans dire que cela conduirait pour leur exploitation, à de très substantielles économies.²³ »

Ainsi, le 3 mars 1954, l'étude de Fort-Archambault est remaniée pour servir d'essai d'une centrale Diesel à partir de cette huile²⁴. Malgré la difficulté à réunir les données sur l'étude financière de toutes les centrales de brousse, notamment celles du Gabon, l'on peut tout de même dresser un aperçu des conditions économiques des centres de l'Oubangui-Chari en 1952 et du Tchad en 1954.

	Moundou	Fort-Archambault	Bambari	Berberati
Éclairage, usages domestiques le kWh	35	25	37	37
Force motrice le kWh	26	19,5	27,5	27
Éclairage public le kWh	26	19,5	27,5	27

Tableau 1 : Tarification envisagée (en francs CFA) dans quelques centres de brousse

Source : Archives EDF, carton 925863, Études financières des centres de brousse, 26 octobre 1959.

Centrale	Moundou	Fort-Archambault	Bambari	Berberati
Génie civil	4,80	4,80	2,10	2,10
Groupes	12,25	16,40	5,50	10,80
Équipement mécanique	2,55	2,70	0,70	1,10
Équipement électrique	3,15	3,75	3,90	3,90
Total centrale	24,75	27,65	12,20	17,90
Réseau				
Lignes de répartition	4,20	2,80	1,37	7,20
Postes abaisseurs	2,80	3,10	2,00	3,70
Lignes de distributio et éclairage public	8,80	13,35	14,62	16,80
Total Réseau	15,80	19,25	17,99	27,70
Total général	41,00	47,00	30,00	45,00

Tableau 2 : Montant des investissements (en millions de francs CFA) dans quelques centres de brousse

Source : Archives EDF, carton 925863, Études financières des centres de brousse, 26 octobre 1959.

²³ *Ibid.*

²⁴ Archives EDF, carton 925863, Centres secondaires du Tchad : note sur l'établissement des avant-projets et des dossiers de consultation, 1954.

Centrale	Moundou	Fort-Archambault	Bambari	Berberati
Nombre de groupes	2	2	2	3
Puissance unitaire kW	120 et 50	120 et 100	64	80
Réseau MT				
Lignes de répartition (mètres)	4 450	2 900	1 400	6 900
Postes abaisseurs unité	2	2	2	4
Réseau BT				
Lignes de distribution (mètres)	5 190	9 100	11 550	14 700
Éclairage public/nombre de foyers (unité)	40	60	30	35

Tableau 3 : Programme d'équipement de quelques centres de brousse

Source : Archives EDF, Études financières des centres de brousse, 26 octobre 1959.

	Exercice 1	Exercice 2	Exercice 3	Exercice 4	Exercice 5	Total
Moundou						
Éclairage, usages domestiques	105 000	115 000	127 000	140 000	154 000	641 000
Force motrice	12 000	13 000	14 500	16 000	17 500	73 000
Éclairage public	8 800	8 800	8 800	8 800	8 800	44 000
Total	125 000	136 000	150 300	164 000	180 300	758 000
Fort-Archambaut						
Éclairage, usages domestiques	183 000	203 000	223 000	245 000	270 000	1 142 000
Force motrice	204 000	224 000	246 000	271 000	298 000	1 123 000
Éclairage public	13 000	13 000	13 000	13 000	13 000	65 000
Total	400 000	440 000	482 000	529 000	581 000	2 432 000
Bambari						
Éclairage, usages domestiques	155 000	203 000	223 000	245 000	270 000	1 124 000
Force motrice	25 000	28 500	53 500	59 000	65 000	231 500
Éclairage public	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	27 500
Total	186 000	205 000	247 000	271 500	298 000	1 208 000
Berberati						
Éclairage, usages domestiques	155 000	171 000	188 000	207 000	228 000	949 000
Force motrice	141 500	155 000	215 000	236 500	260 000	1 008 000
Éclairage public	7 500	7 500	7 500	7 500	7 500	37 500
Total	304 000	334 000	410 500	451 000	495 000	1 995 000

Tableau 4 : Prévisions de ventes d'énergie (kWh) des cinq premiers exercices de quelques centrales de brousse

Source : Archives EDF, carton 925863, Études financières des centres de brousse, 26 octobre 1959.

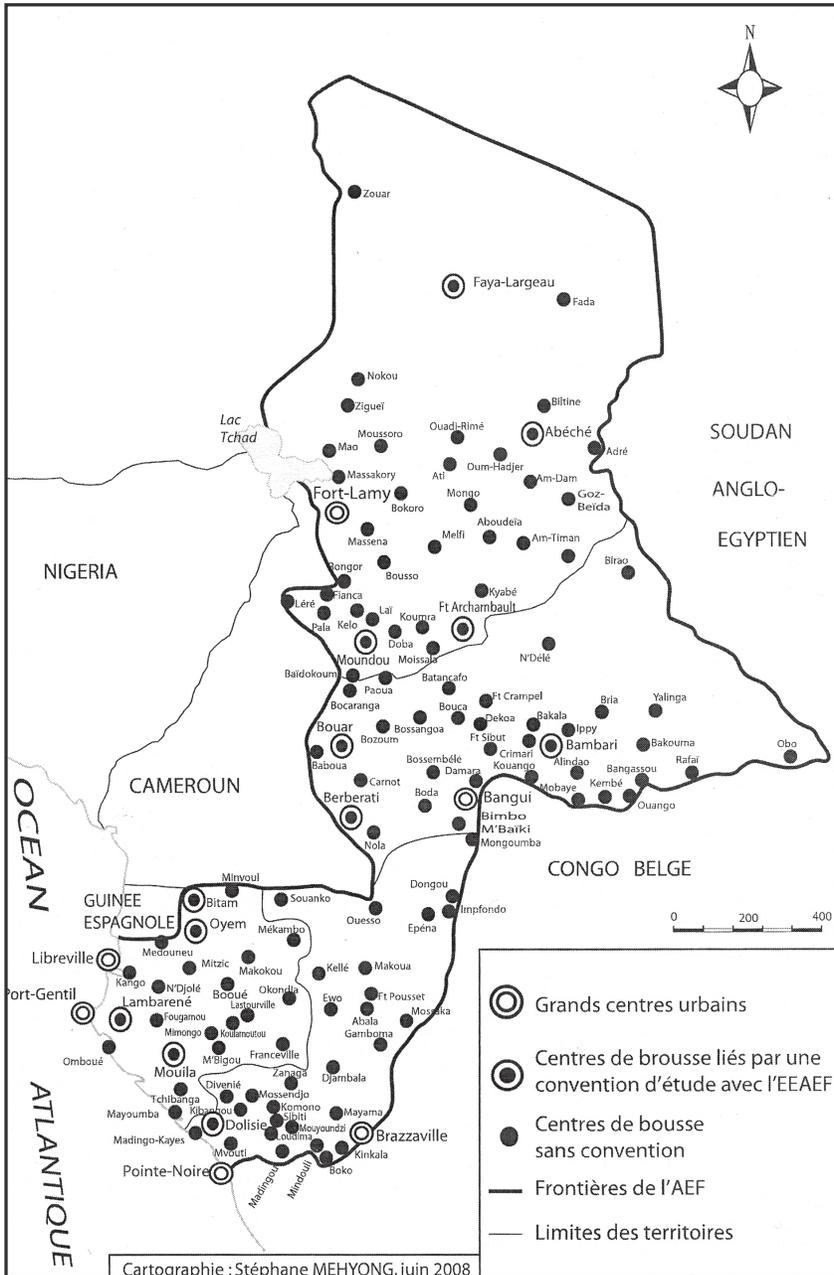
	Moundou	Fort-Archambault	Bambari	Berberati
Charges fixes				
Charges financières	2 232	2 580	4 154	6 269
Provisions de renouvellement	3 805	4 410	3 528	4 950
Entretien	1 525	1 815	1 500	1 976
Main-d'œuvre	3 780	3 780	4 800	4 800
Frais généraux	1 500	1 500	1 500	1 500
Total	12 842	14 085	15 482	19 495
Charges proportionnelles	12 420	36 000	26 455	44 000
Total général	25 262	50 085	41 937	63 495

**Tableau 5 : Charges d'exploitation des cinq premiers exercices
(en milliers de francs CFA) de quelques centrales de brousse**

Source : Archives EDF, carton 925863, Études financières des centres de brousse, 26 octobre 1959.

On voit la modicité des équipements et des besoins étudiés; d'où l'autonomisation des réseaux. Il ne peut y avoir une possibilité d'interconnexion, d'une part, entre les centres de brousse et, d'autre part, entre eux et une grande agglomération territoriale déjà électrifiée, à cause des grandes distances les séparant les uns des autres. Elle entraînerait des pertes massives d'énergie lors des transports en lignes haute tension – il n'y a pas de pôles intermédiaires de consommation – et des tarifs prohibitifs. L'exemple du Tchad est éloquent. Entre Fort-Lamy et Abéché, il y a une distance d'environ 700 kilomètres sans la présence d'une grande industrie. En Oubangui-Chari, la présence même de l'Industrie cotonnière de l'Oubangui et du Tchad (ICOT) entre Bangui et le barrage de Boali fait exception dans toute la Fédération. En fait, les centrales de brousse ne font que reproduire le concept d'indépendance des réseaux électriques déjà présents en AEF depuis les années 1930. C'est un phénomène propre à tous les TOM. Ces centrales sont d'autant plus atypiques qu'elles sont parfois inhérentes à une demande de l'armée dans une localité. C'est le cas de Bouar ou encore de Faya-Largeau dont l'électrification est examinée en 1956 en dehors de la convention du 12 août 1952. Bouar étant presque essentiellement une agglomération militaire, la réalisation du programme demandé par les autorités militaires englobe pratiquement la majorité de l'agglomération. Ces autorités s'engagent à fournir une partie du matériel de la centrale et à participer au financement des travaux – 24 millions de francs CFA établis aux conditions économiques de 1957²⁵.

25 Archives EDF, carton 925863, Études générales des centres secondaires, 27 octobre 1959.



Carte 1 : Les centres de brousse sous convention d'études avec l'EEAFF

Source : MEHYONG Stéphane William, *Genèse de l'électrification de l'Afrique équatoriale française de 1910 à 1959*, thèse de doctorat d'histoire, Université Bordeaux 3, 2008, p. 223.

LES CONTRAINTES DE FINANCEMENT ET D'ÉQUIPEMENT DE TOUS LES CENTRES SOUS CONVENTION D'ÉTUDES

On peut affirmer que les études des centrales de brousse se focalisent énormément sur le souci constant, sinon obsessionnel, de rentabilité, surtout depuis que le FIDES et la CCFOM restreignent leur financement à cause de l'insuffisance des fonds au regard de nombreux programmes d'équipement venant de tout l'empire colonial. En réalité, la rentabilité est cosubstantielle à la complexité de cette entreprise d'équipement, au point d'influer sur le nombre de centres à électrifier. Un autre facteur vient encore apporter une vague de scepticisme auprès desdits organismes : les variations des coûts des aménagements. En effet, la réactualisation des études indique une hausse notoire du prix du matériel électromécanique, des travaux de génie civil et des tarifs du kWh. Ainsi, à la fin des années 1950, sur les douze centrales soumises à des projets par EEAEF et EDF, seule Dolisie possède un réseau déjà opérationnel. Faya-Largeau, Abéché, Bouar et Lambaréné sont en chantier.

Les difficultés de financement et d'exploitation des centres de brousse

Bien qu'ayant officiellement en charge l'étude des centres de brousse, l'EEAEF, dès 1949, ne semble manifestement pas encline à y financer des travaux de réalisation. Car elle considère que ceux-ci sont d'ordre social plutôt qu'économique²⁶. En octobre 1952, le président de son conseil d'administration, M. Parisot, avoue clairement au gouverneur chef de territoire du Moyen-Congo ses réticences tant que la société ne « pourra inscrire de recettes à ses bilans d'exploitation. Il ne peut être question pour elle de réaliser des aménagements par autofinancement [...]. Il nous paraît peu opportun, pour le moment, de solliciter des fonds publics pour des installations de ce genre²⁷ ». Malgré de nouvelles sollicitations des autorités coloniales en 1954, il persiste : « ces affaires [les centrales de brousse] ne paraissant pas devoir être très rentables à l'origine, le Conseil est d'accord pour que le directeur général traite, avec la Fédération, si ces opérations se réalisent dans une convention d'assistance technique²⁸ ». En fait, depuis sa création, la société n'a jamais disposé de fonds propres. Elle s'est largement endettée pour les barrages du D'joué et de Boali auprès du FIDES et de la CCFOM. Dès lors, elle se consacre prioritairement à la stabilisa-

26 Archives EDF, carton 925859, EEAEF : procès-verbal de la séance du conseil d'administration du 9 avril 1949.

27 Archives EDF, carton 925863, EEAEF : lettre de la société au gouverneur chef de territoire du Moyen-Congo, 7 octobre 1952.

28 ANOM, FM contr/1581, EEAEF : procès-verbal de la séance du conseil d'administration du 29 janvier 1955.

tion de sa situation financière. Elle préfère ainsi circonscrire son apport au domaine technique. De plus, au regard du faible niveau des besoins, de la hausse du coût des aménagements et de l'incertitude grandissante d'équilibre financier, toutes les sociétés d'électricité optent unanimement pour des gérances. C'est notamment le cas de l'EEAEF à Moundou, Abéché, Bambari, Fort-Archambault et de l'UNELCO à Dolisie. Sinon, elles préconisent des régies directes, en particulier à Bouar (régie municipale), Lambaréné et Faya-Largeau. En effet, en raison du temps écoulé depuis la fin des études, les estimations des investissements faites à l'époque, sur la base des conditions économiques de 1952 et de 1954, ne correspondent pas aux montants obtenus sur la base de 1958. L'indice du coût du matériel électromécanique et des travaux de génie civil a flambé de plus de 25%. Les coûts actualisés des travaux s'élèvent désormais à 66 millions de francs CFA pour Berberati, à 71 millions pour Fort-Archambault, à 62 millions pour Moundou, à 44 millions pour Bambari, à 35 millions pour Abéché contre 24 millions auparavant. En outre, il est reconnu que la condition favorable retenue à l'époque par l'EEAEF et EDF, consistant à confier l'exploitation technique des centrales aux chefs de garages administratifs, est dépassée. Il y a donc lieu de prévoir un personnel spécialisé qui, tout en étant réduit au minimum, doit entraîner des frais de personnel coûteux²⁹.

Concernant les tarifs du kWh, il faut également retenir des chiffres en hausse. Ceux-ci, notamment pour l'éclairage et les usages domestiques, deviennent excessifs par rapport aux principales agglomérations ainsi qu'en témoigne le tableau ci-dessous.

Principales agglomérations	Tarifs en francs CFA	Centres de brousse	Tarifs en francs CFA
Fort-Lamy	41,5	Berberati	46
Bangui	33	Moundou	44
Libreville	33	Abéché	68
Brazzaville	31,8	Bambari	46
Pointe-Noire	36,5	Dolisie	47

Tableau 6 : Comparaison des tarifs du kWh entre principales agglomérations et centres de brousse

Source : Archives EDF carton 925863, Étude financière de la ville de Dolisie, 5 juillet 1952.

Il résulte, à propos des centrales de brousse, qu'un rapprochement doit être fait entre le volume des investissements et celui des recettes afin de fixer le seuil d'équilibre financier. Toutefois, pour atteindre cet équilibre

29 Archives EDF, carton 925863, EEAEF : note interne du 18 novembre 1959.
Archives EDF, carton 958632, EEAEF : lettre de M. Cachera au président du conseil d'administration, 21 octobre 1959.

et égaliser relativement ces tarifs avec ceux des grandes agglomérations, il est suggéré à l'administration coloniale le versement d'une subvention annuelle fixe, durant les cinq premiers exercices, qui doit être dégressive par la suite. Pour Berberati et Moundou par exemple, elle se situe respectivement à 7 millions de francs CFA et à 3 millions de francs CFA. Cet apport est d'autant plus important qu'en 1959, toutes les prévisions de consommation sont revues à la baisse et, en conséquence, annoncent l'aggravation du déficit d'exploitation des centrales de brousse³⁰. Ces chiffres pessimistes ne sont pas de bon augure pour l'avenir de la majorité des autres centres de brousse restés encore en dehors de toute convention d'étude. De plus, l'administration coloniale y envisage de moins en moins une quelconque étude tant que les centres conventionnés ne sont pas encore équipés. Dans une note interne du 18 novembre 1959, l'EEAEF évoque même les incertitudes à donner une suite favorable à une réalisation d'ensemble. Par ailleurs, le FIDES, principal bailleur de fonds de l'AEF, restreint clairement ses dotations au niveau des projets présentant une relative rentabilité financière, particulièrement ceux ayant des besoins de départ estimés au moins à 250 000 kWh/an, avec une marge de progression potentielle de 10 000 kWh/an au minimum. Ainsi, certains centres étudiés, en l'occurrence Moundou, Bambari, Berberati, Fort-Archambault, Bitam, Mouila et Oyem, dont les prévisions sont en deçà de cette exigence, voient leur équipement électrique reporter *sine die*.

En principe, le Plan de modernisation vise à moderniser profondément l'empire colonial, mais l'œuvre s'avère impossible à concrétiser en réalité, notamment en matière d'électrification des centres de brousse. En effet, l'empire est vaste, étendu sur tous les continents, il s'y est formé partout des centaines de ces centres où vivent des millions d'individus désœuvrés et en marge de toute industrialisation. Électrifier tous les centres de brousse de l'AEF revient à en faire autant dans le reste de l'empire. Ce qui nécessiterait à court, à moyen et à long termes la mobilisation d'importants moyens humains et financiers que la métropole ne peut consentir, quand bien même elle aurait cette volonté. Déjà, le développement et la gestion du réseau métropolitain obligent le maintien sur place de l'essentiel des compétences d'EDF. De son côté, l'outre-mer manque cruellement de cadres. La création de l'Inspection générale de l'union française et de l'étranger (IGUFE³¹) a mis à sa disposition quelques ingénieurs, certes dévoués, mais peu nombreux devant l'immensité de la tâche qui leur est déjà assignée. En réalité, l'équipement électrique de tous les centres de

30 Archives EDF, carton 925863, Mise à jour de l'étude financière de Berberati, bases économiques 1959.

31 L'IGUFE est un service créé au sein d'EDF. Il est destiné à l'étude de l'électrification de l'outre-mer. Il a un rôle d'ingénieur-conseil auprès des sociétés d'économie mixte et de l'administration coloniale.

brousse de tout l'empire colonial exigerait un personnel compétent aussi nombreux qu'en métropole. Dans ce cas, l'État ne pourrait pas former à la chaîne des ingénieurs pour les y envoyer directement.

Sur le plan financier, l'après-guerre a contraint l'État à revoir sa politique coloniale et à injecter plusieurs milliards de francs métropolitains, par le biais d'un Plan de modernisation, pour préserver l'empire d'un effondrement économique et de divers mouvements indépendantistes. Concevoir un plan est bien, le réaliser est mieux. Ce n'est pas tout de susciter les outils de la réalisation, encore faut-il leur donner les moyens massifs d'agir, notamment les moyens financiers. Les recettes du FIDES sont constituées essentiellement par une dotation de l'État, fixée chaque année par la loi des finances et par une contribution des TOM. Comme ces derniers sont autorisés à faire des emprunts à la CCFOM, c'est-à-dire en définitive à l'épargne française, c'est bien la métropole qui finance tout. Or la facture s'annonce lourde. Pour les cinq premières années du Plan, il est question d'investir pour l'ensemble des TOM, sauf l'Afrique du Nord, 90 milliards de francs métropolitains. Sur une période de dix années, on arrive au chiffre de 150 milliards de francs, tandis que l'Afrique du Nord, de son côté, s'inscrit pour 250 milliards de francs³².

Globalement chiffré à 400 milliards de francs métropolitains, le Plan d'équipement est pour l'essentiel à la charge de l'épargne française. Il revient en moyenne à 40 milliards de francs par an. Pour les trois premières années du Plan, 120 milliards de francs doivent être dégagés (en incluant l'Afrique du Nord). Malheureusement, il est seulement investi 76 milliards de francs, dont 65,56 proviennent des pouvoirs publics³³. Cela coûte cher à l'État. À long terme, l'épargne française n'est pas capable de supporter à elle seule cet effort considérable. Car une importante phase de reconstruction est également engagée en métropole. Pour cela, l'État bénéficie même de l'aide états-unienne à travers le plan Marshall. Ainsi, les années suivantes, les montants alloués à l'outre-mer sont progressivement revus à la baisse. En outre, tous ces investissements n'y ont pas apaisé le climat politique, et la mobilisation de troupes s'impose même pour sauvegarder l'intégrité de l'empire : la guerre d'Indochine s'achève en 1954 par la perte des territoires de l'Asie du Sud-Est, les tensions en Algérie, au Maroc et en Tunisie s'intensifient, etc. Toutes ces opérations de maintien militaires ponctionnent une partie non négligeable des finances de l'État.

En somme, si la France possède un grand empire colonial, elle n'a cependant jamais eu les capitaux nécessaires, même avant la guerre de 1939-

32 Anonyme, « Plan pour l'équipement de la France d'outre-mer », *France outre-mer*, n° 212, Paris, janvier 1947, p. 20.

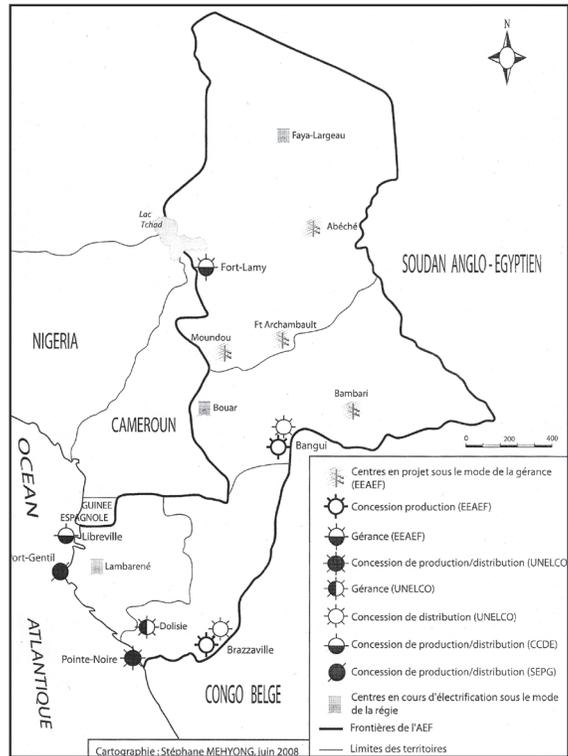
33 Ministère de la FOM, L'équipement des territoires, *op. cit.*, p. 65.

1945, pour réaliser aisément un programme aussi ambitieux et révolutionnaire que la loi n° 46-860 du 30 avril 1946 a longuement étayé.

Sur le plan politique, appliqué à la lettre, le Plan de modernisation signifie la remise en question ou en cause des fondements d'une politique coloniale, le pacte colonial, encore profondément enracinée dans l'inconscient collectif, surtout dans les milieux politico-économiques métropolitains. Une colonie d'exploitation, comme c'est le cas de l'AEF, n'a pas vocation à drainer sur son sol de lourds investissements provenant de métropole³⁴. Un décalage existe donc entre les discours officiels et les réalités politiques, économiques, financières et spatiales. En outre, on peut légitimement comprendre certains politiques réfractaires aux sacrifices financiers de l'État pour le développement de territoires qui souhaitent vivement s'émanciper de sa tutelle. En somme, un certain mérite est néanmoins à reconnaître au Plan. Car, malgré tout, l'électrification des centres de brousse peut s'amorcer bien qu'elle ne concerne qu'un très petit nombre de ces derniers.

Carte 2 : Les régimes juridiques de l'exploitation des réseaux électriques en AEF en 1959

Source : Mehying Stéphane William, *op. cit.*, p. 229.



34 Cette spécificité n'est pas propre à la France. Le même constat peut être dressé à l'endroit d'autres puissances coloniales comme la Grande-Bretagne, le Portugal ou encore la Belgique.

Les centres de brousse électrifiés et en cours d'électrification en 1959

Sur les douze centres de brousse (avec Faya-Largeau) étudiés, seuls cinq font l'objet de décision d'exécution des travaux. Il s'agit de Dolisie, d'Abéché, de Bouar, de Faya-Largeau et de Lambaréné. Leur relative rentabilité est, en grande partie, le critère primordial de leur sélection. Dolisie est le premier à bénéficier, en 1957, d'une mise en service d'un réseau électrique. Les dépenses de ce premier établissement s'élèvent exactement à 92 millions de francs CFA, en incluant les postes de transformation, les lignes, les immobilisations qui comprennent les maisons des ouvriers du chantier, les bureaux et les magasins. Dans une lettre du 23 septembre 1952, le gouverneur général de l'AEF sollicite l'EEAEF pour qu'elle exécute les travaux d'électrification et d'adduction d'eau à Dolisie et exploite le réseau sous le mode de la gérance. Ses dirigeants répondent que le centre « étant situé sur la ligne Brazzaville-Pointe-Noire, c'est-à-dire dans le voisinage des concessions accordées à l'UNELCO, il semble opportun que notre Société ne soit pas mise en concurrence avec l'UNELCO qui paraît mieux placée que nous pour faire des propositions. Par contre, la société ayant déjà une exploitation à Fort-Lamy et étant sollicitée par le territoire du Tchad pour des études d'électrification dans ces régions, elle poursuivrait son action dans cette région où UNELCO ne possède pas d'intérêt³⁵ ».

Le gouverneur du Moyen-Congo, par dépit, se tourne alors vers l'UNELCO avec qui il ne souhaitait pas négocier au départ. Le 3 mars 1956, il signe une convention de gérance avec elle pour, d'une part, l'exploitation des ouvrages d'adduction et de distribution d'eau et, d'autre part, la production et la distribution d'électricité à Dolisie. La convention a une durée de quinze ans renouvelable. En plus, il lui confie la construction du bâtiment de la centrale, le montage des équipements et s'engage à lui verser une subvention annuelle. Les tarifs du kWh sont ramenés, par là même, à des niveaux raisonnables : lumière et usages domestiques première tranche à 37 francs CFA/kWh, la force motrice à 27,70 francs CFA/kWh et l'éclairage public à 24 francs CFA/kWh³⁶. Ils permettent nettement de garantir le maximum de clients au réseau : les 150 familles européennes – et éventuellement les 5 000 Africains environ regroupés dans les villages aux alentours de la ville –, la gare et son atelier de réparations, l'hôpital, le dispensaire, le *Grand Hôtel*, le restaurant *Estanco*, la Société de recherches et d'exploitation diamantifères (SOREDIA-centre administra-

35 Archives EDF, carton 925863, EEAEF : lettre au gouverneur chef de territoire du Moyen-Congo, 7 octobre 1952.

36 Archives EDF, carton 925863, Convention de gérance de distribution d'eau et d'énergie électrique de Dolisie, le 3 mars 1956.

tif), une aciérie, une fabrique de glace, la mission catholique... Les ateliers de la gare, quelques garages, quelques frigorifiques (hôtel, restaurants, épicerie), cuisinières consomment dans la journée. Le soir, aux heures de pointe, l'éclairage des rues, le cinéma et les 150 foyers européens sont les principaux consommateurs. Les premières consommations des ménages européens, en 1957, sont plutôt intéressantes, elles indiquent une « puissance de pointe de 80 kW, soit 0,2 kW par habitant européen³⁷ ». Ce chiffre est légèrement supérieur à un habitant européen de Brazzaville, 0,180 kW. Environ 110 kW sont consommés par les ateliers du Chemin de fer Congo-Océan (CFCO), voie ferrée reliant Brazzaville à Pointe-Noire, les petites industries artisanales, etc.³⁸. La fourniture d'électricité s'appuie sur trois groupes Diesel 126 kVA au total, dont deux groupes de 63 kVA et un autre de 80 kVA en secours. Elle alimente deux lignes moyenne tension à 15 kV longues de 10 kilomètres, trois lignes basse tension de 16 kilomètres à 220/380 V à courant triphasé, quatre postes de transformation, etc.³⁹.

Parallèlement, la Fédération adresse, en début d'année 1956, au ministère de la FOM, une demande de crédits de 104 millions de francs CFA pour l'électrification des centres de brousse du Tchad et de l'Oubangui-Chari. Elle obtient seulement 50 millions de francs du FIDES qu'elle doit répartir équitablement entre trois territoires puisque le Gabon s'y est ajouté. Cette manne est versée successivement sur trois années : 1957, 1958 et 1959⁴⁰. Elle est très maigre et atteste de la rigueur du FIDES. Il faut alors décider des centres prioritaires à électrifier en termes d'équilibre financier probant. Le Tchad propose Abéché et Faya-Largeau, et l'Oubangui-Chari choisit Bouar. Les choix de Bouar et Faya-Largeau sont surtout le résultat de la présence des bases de l'armée qui demandent ardemment des travaux d'électrification pour optimiser l'activité de ces dernières. De surcroît, Bouar bénéficie de la préexistence d'installations d'adduction d'eau et de production d'électricité faites par EDF sur la zone militaire depuis 1954. C'est à partir de ces équipements qu'il est possible d'alimenter la zone civile pour un coût relativement faible, estimé à 9-16 millions de francs CFA sur un total de 40 millions environ. L'administration délègue la supervision de l'aménagement du réseau dans la zone civile à l'EEAEF. La première tranche 1956/1957 de la dotation du FIDES, 7,5 millions de francs CFA, permet de réaliser une première partie exploitable. La deuxième tranche 1957/1958, 5 millions de francs CFA, versée en 1957, bénéficie

37 Ces installations sont financées par l'Armée pour hâter l'administration coloniale à participer aux travaux dans la zone civile.

38 Archives EDF, carton 925863, Électrification de la ville de Dolisie.

39 *Ibid.*

40 ENGILBERGE Aurélie, *L'électrification de l'Oubangui-Chari (1945-1960). Planification et réalités d'un territoire d'outre-mer*, mémoire de maîtrise d'Histoire, Université d'Aix-Marseille I, Aix-en-Provence, 2002, p.129.

de conditions de prix avantageuses : l'entreprise qui a réalisé la première partie de l'installation civile, se trouve encore sur place et propose une remise de 20% environ à l'administration pour la poursuite des travaux. Au total, l'électrification de Bouar coûte 12,5 millions de francs CFA au lieu de 16 millions de francs CFA⁴¹. En fin d'année 1959, en République centrafricaine⁴², il y a un centre électrifié, Bangui, et un autre en cours d'électrification, Bouar.

Au Tchad, une dotation accordée en 1956, 15 millions de francs CFA, est ouverte sur la tranche 1956/1957 pour le démarrage des travaux d'électrification d'Abéché. Elle permet d'équiper la centrale pour 12 millions de francs et d'installer une partie du réseau de distribution pour 3 millions de francs. Abéché compte 150 Européens et 10 000 Africains, c'est-à-dire moins que Moundou (120 Européens et 25 000 Africains) et Fort-Archambault (400 Européens et 12 000 Africains⁴³). *A priori*, on peut penser à une prévision de consommation globale plus faible par rapport aux deux autres villes. Toutefois, elle bénéficie d'une perspective industrielle plus probante : la TREC, société de ventes et de transports de viande, confirme la construction de grands entrepôts frigorifiques en cas d'électrification. Or, l'activité économique des autres centres se réduit encore au petit artisanat, à l'égrenage et à la mise en balle du coton assez peu tributaires d'une distribution de courant électrique, puisque fonctionnant en circuit fermé avec de petites machines à vapeur. Les besoins globaux d'Abéché sont ainsi plus importants. Aussi, après avoir épuisé en une seule année sa dotation de 1956, le Tchad demande-t-il un crédit supplémentaire de 16 millions de francs CFA au titre de la tranche 1957/1958 pour permettre d'achever la construction de son réseau⁴⁴. Au Tchad, en fin d'année 1959, seule la ville de Fort-Lamy bénéficie d'installations électriques, pour Faya-Largeau et Abéché les travaux se poursuivent.

Le Gabon n'est pas en reste bien que ses centres, plutôt ruraux, complexifient l'octroi rapide des crédits. Le territoire a établi un programme pour Lambaréné dont les besoins estimés atteignent 257 000 kWh environ. Il comporte la mise en place de trois groupes de 50 kVA et la pose des

41 ANOM, FM 2 TP 264, Plan quadriennal d'équipement des TOM 1953/1957, tranche 1957/1958. Programme de l'AEF. Territoire de l'Oubangui-Chari, chapitre 2022 « Travaux urbains et ruraux », article 2 « Électrification des centres secondaires ».

Archives EDF, carton 925863. Études générales des centres secondaires, 27 octobre 1959.

42 C'est la nouvelle appellation de l'Oubangui-Chari depuis 1958.

43 ANOM, FM 2 TP 264, Plan quadriennal d'équipement des TOM 1953/1957, tranche 1957/1958. Programme de l'AEF. Territoire du Tchad, chapitre 2022 « Travaux urbains et ruraux », article 2 « Électrification des centres secondaires ».

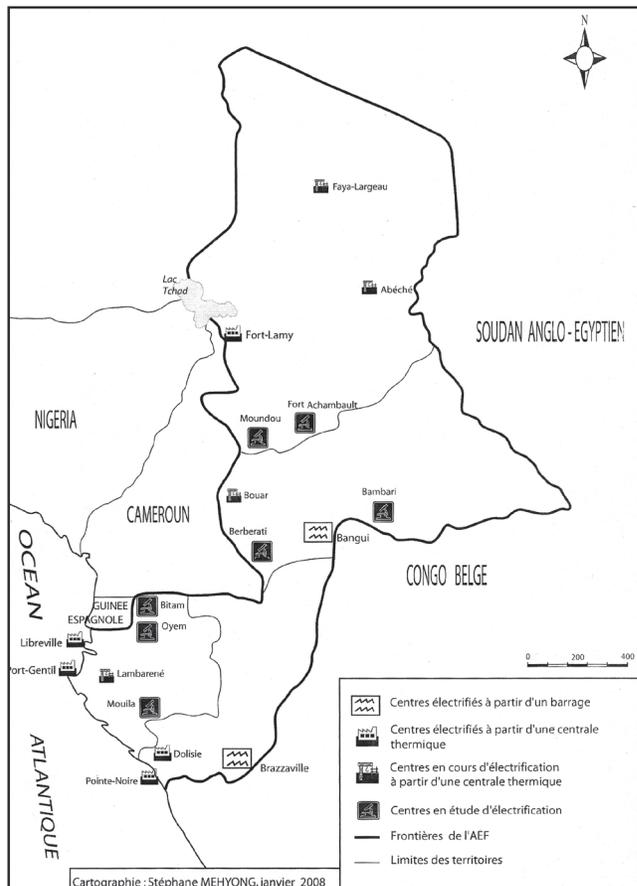
Archives EDF, carton 925863, Études générales des centres secondaires de la République du Tchad et de la République centrafricaine, 26 octobre 1959.

44 ANOM, FM 2 TP 264, Plan quadriennal d'équipement des TOM 1953/1957, tranche 1957/1958. Programme de l'AEF. Territoire du Tchad, chapitre 2022 « Travaux urbains et ruraux », article 2 « Électrification des centres secondaires ».

lignes de distribution en 220/380 V sans transformateur. D'un coût évalué à 20 millions de francs CFA, ce programme est réalisable par tranches successives en fonction de l'évolution de la consommation. Cependant, le crédit accordé en 1956 ne dépasse pas 17 millions de francs CFA. Un versement de 5 millions a lieu pour la tranche 1956/1957. Cet investissement est réparti entre la réalisation des bâtiments pour un million de francs, l'achat d'un groupe pour 1,5 million de francs et l'établissement d'un réseau basse tension sur poteaux pour 2,5 millions de francs. 5 millions de francs CFA sont demandés sur la tranche 1957/1958 pour l'achat du deuxième groupe et l'extension du réseau de distribution⁴⁵. La ville de Lambaréné, jusqu'en 1959, n'a pas encore sa centrale tout à fait opérationnelle.

Carte 3 :
Les différents réseaux publics d'électricité en 1959

Source : Mehyong Stéphane
Wiliam, *op. cit.*, p. 236.



45 ANOM, FM 2 TP 264, Plan quadriennal d'équipement des TOM 1953/1957, tranche 1957/1958. Programme de l'AEF. Territoire du Gabon, chapitre 2022 « Travaux urbains et ruraux », article 2 « Électrification des centres secondaires ».

CONCLUSION

L'AEF est un TOM parmi tant d'autres. Procéder à son électrification globale exige d'énormes capitaux que l'État ne peut, en réalité, assumer même s'il en a toute la bonne volonté. Les fonds alloués par le Plan de modernisation des TOM viennent pour l'essentiel de l'épargne française qui sert également au financement des aménagements en métropole. Cette épargne n'est pas capable de financer le coût global du Plan. De fait, le rationnement devient ainsi la règle. Par conséquent, plusieurs études faites par EDF depuis 1947 en vue de l'électrification restent sans suite.

Ainsi, les localités de moindre importance sont une des principales victimes des restrictions financières. Complexe, l'électrification des centres de brousse de l'AEF permet seulement d'équiper quelques-unes de ces localités et donne lieu à une microélectrification. Cette microélectrification est marquée par une simplification, une minoration et une standardisation des équipements électriques afin d'amoindrir considérablement les coûts d'installation et d'exploitation, de les adapter aux très faibles consommations et de rentabiliser absolument les investissements. Cette obligation d'équilibre économique et financier de l'exploitation d'une centrale de brousse est d'autant encouragée par l'étroitesse considérable du marché : population autochtone très pauvre attachée à son mode de vie ancestral et absence d'industries. Parallèlement, la distribution se fait par intermittence, répartie tour à tour par catégories de consommation pour moduler la puissance installée à la puissance appelée. La faiblesse marquante des besoins pendant les heures creuses ne justifiant pas, dans la plupart des cas, un service continu. Malgré tout, la rentabilité est difficilement obtenue. Elle est seulement possible dans quelques centres, grâce à l'octroi d'une subvention supportable par l'administration, permettant de rendre les tarifs du kWh moins prohibitifs.

La microélectrification se développe donc dans sa forme la plus simple dans les centres de brousse de l'AEF durant les années 1950. L'équipement des réseaux de brousse ne suscite pas un engouement particulier de l'EEAEF, déjà lourdement endettée pour la construction des barrages hydroélectriques du D'joué et de Boali, et des autres compagnies d'électricité. En réalité, l'expectative est quasi générale à propos du développement de la consommation dans les centres de brousse. Au fond, commencée au moment où l'AEF est en train de disparaître, l'électrification des centres de brousse est manifestement une œuvre impossible à réaliser à court et à moyen termes. Conséquence, comme pour les principaux centres urbains, le bilan global de l'électrification des centres de brousse est négligeable.

S'exiler aux portes de l'Alsace. Les réfugiés de la vallée de la Largue dans le Nord Franche-Comté (1916-1919)

Stéphane Kronenberger

LES EXILS COLLECTIFS DE RÉFUGIÉS suscitent un intérêt croissant¹, qu'il s'agisse de la fuite, durant la Grande Guerre, des Belges² et des plus de deux millions de civils français du Nord et de l'Est³ confrontés à l'avancée de l'armée allemande, ou de l'exode de 1940⁴. En ce qui concerne l'Alsace, l'exil causé par les guerres qui est historiographiquement le mieux documenté est celui des optants⁵. Entre le 10 mai 1871, date de la signature du traité de Francfort, et le 30 septembre 1872, pas moins de 128 000 natifs d'Alsace et de Lorraine ont ainsi déclaré avoir déplacé leur domicile hors des provinces annexées, afin de demeurer français. La majorité de ces derniers renoncent cependant finalement au départ outre-Vosges, afin d'éviter la perte des biens détenus au pays natal. Mais une émigration économique, ayant pour origine les territoires annexés et pour destination les départements limitrophes ou plus lointains, complète, dès la fin des années 1870, ce mouvement de l'option⁶. Or une partie de

1 FORCADE Olivier et NIVET Philippe (dir.), *Les réfugiés en Europe du XVI^e au XX^e siècle*, Paris, Nouveau Monde Éditions, 2008. APRILE Sylvie, *Le siècle des exilés. Bannis et proscrits de 1789 à la Commune*, Paris, CNRS Éditions, 2010.

2 AMARA Michaël, *Des Belges à l'épreuve de l'exil. Les réfugiés de la Première Guerre mondiale. France, Grande-Bretagne, Pays-Bas 1914-1918*, Bruxelles, Éditions de l'Université de Bruxelles, 2008.

3 NIVET Philippe, *Les réfugiés français de la Grande Guerre (1914-1920). Les « Boches du Nord »*, Paris, Economica, 2004. NIVET Philippe, « Les réfugiés de guerre en Haute-Savoie pendant les deux guerres mondiales », Forcade Olivier et Nivet Philippe (dir.), *Les réfugiés en Europe*, op. cit., p. 219-242.

4 ALARY Éric, *L'exode. Un drame oublié*, Paris, Perrin, 2010.

5 WAHL Alfred, *L'option et l'émigration des Alsaciens-Lorrains (1871-1872)*, Paris, Ophrys, 1974.

6 BRANDT André, « Apports alsaciens à l'industrie textile de la Lorraine et de la Franche-Comté aux XVIII^e et XIX^e siècles », *Lorraine, Alsace, Franche-Comté*, Paris, 1957, p. 129-140. HAU Michel, *L'industrialisation de l'Alsace (1803-1939)*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 1987, p. 236-238. STOSKOPF Nicolas, « Quitter l'Alsace pour faire fortune le cas des entrepreneurs du XIX^e siècle », *Diasporas, histoire et sociétés*, n° 9, 2^e semestre 2006, p. 43-55.

ces travailleurs, présents en France lors du déclenchement de la Grande Guerre mais n'ayant pas demandé ou obtenu leur réintégration, sont expulsés, comme étrangers, de la zone des armées au cours de l'automne 1914. Ils ne sont d'ailleurs pas les seuls à subir les rigueurs du conflit, car, comme le rappelle Jean-Noël Grandhomme, « les populations [restées en Alsace-Lorraine] se trouvent [...] confrontées aux combats, à l'exode, à l'internement⁷ ». En effet, lors de la rapide offensive en Haute-Alsace et en Moselle, au mois d'août 1914, l'armée et la gendarmerie françaises y prélèvent certes les mobilisables⁸, mais également des otages jugés, parfois à tort, germanophiles⁹. Au final, de nombreux Alsaciens-Lorrains connaissent donc, quel que soit le côté des Vosges où ils sont établis, un nouvel exil¹⁰. Dans la suite de notre propos, c'est à un autre déplacement forcé de populations alsaciennes, encore plus méconnu, car plus circonscrit géographiquement, auquel nous allons prêter attention. Il s'agit, en l'occurrence, des évacuations de civils habitant à proximité du front, réalisées par l'armée¹¹. À la suite de la contre-offensive allemande, les Français ne conservent, fin 1914, qu'une infime partie de la Haute-Alsace, soit à peine quelques vallées, dont celle de la Largue¹², qu'ils décident d'évacuer en janvier et février 1916, en raison de bombardements ennemis. La majeure partie de la population est alors dirigée vers le Nord Franche-Comté¹³, qu'André Gibert¹⁴ puis Bernard Dézert¹⁵ ont fort justement nommé « Porte d'Alsace ». Il serait donc intéressant de se demander dans quelle mesure ce transfert, à première vue anodin, puisque ne constituant un déplacement que de quelques dizaines de kilomètres, s'apparente, dans la réalité des faits, à un véritable exil pour les individus qui le subissent. Répondre à cette interrogation suppose d'abord d'envisager concrètement et succes-

7 GRANDHOMME Jean-Noël (dir.), *Boches ou Tricolores ? Les Alsaciens-Lorrains dans la Grande-Guerre*, Strasbourg, La Nuée bleue, 2008, p. 20.

8 La *Landwehr* (armée territoriale), mais aussi la *Landsturm* (réservistes).

9 LAURENT François et MAIRE Camille, *1914-1918 Des Alsaciens-Lorrains otages en France, 1914-1918. Souvenirs d'un Lorrain interné en France et en Suisse pendant la guerre*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 1998.

10 10 000 à 15 000 des internés civils de 1914 sont originaires des seules régions annexées.

11 Les premières populations ainsi déplacées sont celles de la vallée de la Fecht, transférées dans les Vosges en mars, avril et juillet 1915. À ce sujet voir : MALINGREY Christophe, *Arrestation, déportation et évacuation par la France des Alsaciens du massif vosgien pendant la Première Guerre mondiale*, Maîtrise de l'Université de Strasbourg II, 2000, ainsi que THIRIAU Clément, *Immigration volontaire ou forcée des Allemands et des Alsaciens-Lorrains dans les Vosges 1911-1920*, Master de l'Université de Nancy II, 2007.

12 BURTSCHY Bernard et HEYER Vincent, *1914-1918, Première Guerre mondiale sur le front de la Largue. Histoire, récits, illustrations. Cantons de Hirsingue, Ferrette, Delle*, édité chez l'auteur, 2001.

13 Cette question des réfugiés alsaciens dans le Nord Franche-Comté n'a encore été que partiellement abordée : TOURNIER Fabienne, *Les Alsaciens-Lorrains dans le Doubs pendant la Première Guerre mondiale*, Maîtrise de l'Université de Franche-Comté, 1993, p. 57-72, ainsi que : KRONENBERGER Stéphane, *Les Alsaciens-Lorrains en Haute-Saône (1871-1919)*, Maîtrise de l'Université de Strasbourg II, 2001, p. 194-200.

14 GIBERT André, *La porte de Bourgogne et d'Alsace. Trouée de Belfort étude géographique*, Paris, Armand Colin, 1930.

15 DÉZERT Bernard, *La croissance industrielle de la Porte d'Alsace. Essai géographique sur la formation d'un espace régional en fonction de l'attraction industrielle*, Paris, SEDES, 1969.

sivement les conditions matérielles et morales de cet exil, les rapports entre les nouveaux arrivants et les populations locales, mais aussi la nature des liens maintenus avec le pays natal, avant de montrer, dans un second temps, de quelle manière ceci constitue également une préfiguration du retour de l'Alsace dans le giron français.

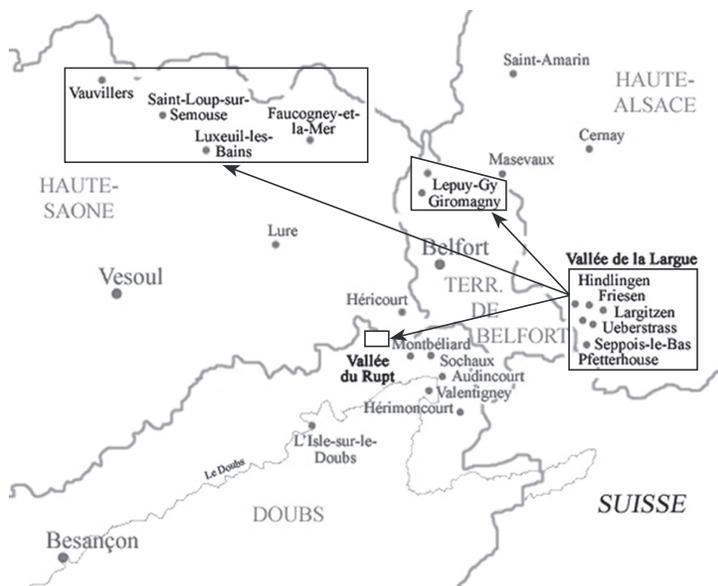
DES DÉBUTS DIFFICILES : ENTRE ARRACHEMENT, ISOLEMENT ET HOSTILITÉ

Comme le montre la carte ci-dessous, plus de six cents Alsaciens originaires de Pfetterhouse et Ueberstrass sont évacués dans le Doubs au sein d'une dizaine de villages de la vallée du Rupt à l'ouest de Montbéliard¹⁶. En outre, environ quatre-vingts habitants de Largitzen et deux cents de Seppois-le-Bas sont accueillis dans deux communes du Territoire de Belfort, respectivement à Lepuix-Gy et à Giromagny¹⁷. Enfin une soixantaine d'hommes accompagnés de leurs familles venant de Friesen et Hindlingen trouvent refuge autour de Luxeuil dans certaines localités des cantons haut-saônois de Faucogney, Saint-Loup et Vauvillers¹⁸. Le départ de ces individus, décidé sous la pression des événements militaires, s'est effectué dans une grande précipitation. Ils ont été transférés en train vers l'arrière, et ont rejoint par camions ou à pied leurs lieux de refuge. Le choix de ces derniers, par l'autorité militaire, sans consultation préalable des préfets, pourtant au fait des réalités locales, ne s'est pas toujours avéré judicieux. En effet la seule préoccupation qui l'a guidé est d'ordre stratégique : trouver des localités situées dans la zone des armées, mais suffisamment éloignées du front pour garantir la sécurité des réfugiés.

16 Aibre, Allondans, Arcey, Désandans, Dung, Echenans, Issans, Laire, Le Vernoy, Présentevillers, Raynans, Semon-dans, Sainte-Marie et Saint-Julien.

17 Recensement des réfugiés du Territoire de Belfort en janvier et février 1916, AD Territoire de Belfort 4M 589.

18 La liste nominative des Alsaciens réfugiés en Haute-Saône n'indique que le nombre des chefs de famille, qui se répartissent comme suit : Aillevillers (1), Amage (3), Breuchotte (18), Conflans-sur-Lanterne (2), Corravillers (1), Fontenois (2), Fougerolles (2), La Corbière (1), La Rosière (1), Les Fessey (4), Magnivray (2), Raddon (27), Rignovelle (1) et Saint-Bresson (4), AD Haute-Saône 6M 651.



Réfugiés de la vallée de la Largue dans le Nord Franche-Comté



Réfugiés alsaciens à la mairie de Montbéliard (1916)

Coll. Archives municipales de Montbéliard. Fonds Julien Mauveaux (2156)

Cet article repose, en particulier pour sa première partie, sur une source inédite découverte aux archives départementales du Haut-Rhin. Il s'agit en l'occurrence de notes prises à l'attention de l'abbé Émile Wetterlé¹⁹ lors de la visite, en juin 1916, de l'un de ses émissaires dans les villages de la vallée du Rupt²⁰, l'analyse de ce dernier espace sera donc privilégié. Ce long rapport de neuf pages décrit certes les conditions matérielles objectives de cet exil, mais également la manière dont les Alsaciens l'appréhendent. En complément a bien sûr été menée une recherche minutieuse aux archives départementales du Doubs, en particulier dans le fonds de la sous-préfecture de Montbéliard²¹, ainsi que dans celles de Haute-Saône et du Territoire de Belfort.

Des lieux de refuge enclavés et des restrictions de déplacement

Les réfugiés sont confrontés à l'isolement en milieu rural, qui est encore renforcé par les entraves mises à leur circulation en direction des villes avoisinantes. L'émissaire de Wetterlé ne peut, d'ailleurs, que constater que les Alsaciens de la vallée du Rupt « sont soumis à des règlements spéciaux, pour les sauf-conduits, qui les mettent hors du droit commun²² ». En effet, tout étranger résidant dans la zone des armées doit solliciter un laissez-passer pour se déplacer d'une commune à une autre. Or ce sésame, normalement délivré aux intéressés par le commissaire de police ou à défaut par le maire, ne peut être remis aux réfugiés que sur décision du seul état-major de la VII^e armée. Cela signifie concrètement que toute velléité de déplacement, même de quelques kilomètres, nécessite d'entreprendre des démarches pouvant parfois prendre plusieurs semaines. En outre, les déplacements accidentels doivent être circonscrits à un rayon aussi restreint que possible. Ces dispositions particulières témoignent d'une volonté de contrôle des autorités militaires et traduisent une certaine forme de suspicion vis-à-vis de personnes dont les sentiments francophiles ne sont pas établis. Elles placent ainsi les Alsaciens dans une situation de précarité, d'infériorité et les livrent même parfois à l'arbitraire, comme l'illustrent les deux exemples suivants. D'une part, les communes de la vallée du Rupt ne disposant que de quelques épiceries, les réfugiés auraient besoin

19 Homme d'Église, journaliste et député autonomiste de Colmar durant seize ans au Reichstag, il se réfugie, dès août 1914, durant une quinzaine de jours en Suisse, avant de prendre la direction de Paris, où il continue, tout au long du conflit, à veiller sur le sort réservé aux Alsaciens-Lorrains. Voir en complément : BAECHLER Christian, *L'abbé Wetterlé, un prêtre patriote et libéral : 1861-1931*, Haguenau, Éditions de la Société d'histoire de l'Église d'Alsace, 1986. BAECHLER Christian, *Le parti catholique alsacien 1890-1939 : du Reichsland à la République jacobine*, Paris, Ophrys, 1982.

20 AD Haut-Rhin PURG 11736.

21 AD Doubs série 1Z.

22 AD Haut-Rhin PURG 11736.

de se rendre, pour faire les achats les plus nécessaires, soit à Montbéliard soit à Héricourt dans le département voisin de la Haute-Saône, mais ils ne le peuvent pas et doivent avoir recours à des commissionnaires locaux. Cependant, à partir de mai 1916, les maires sont autorisés à délivrer chaque semaine des sauf-conduits pour Montbéliard à quelques Alsaciens, qui font les emplettes de l'ensemble du groupe²³. D'autre part, il est fréquent que la gendarmerie empêche les réfugiés de se rendre à la messe dans un village voisin, en prétextant qu'ils ne disposent pas des papiers adéquats.

Heureusement pour ces infortunés, les choses s'améliorent progressivement une fois connue leur situation au plus haut niveau de l'État. En effet si, en mars 1916, le général de Villaret, commandant la VII^e armée, déclare encore que dans les circonstances actuelles, il ne croit pas devoir autoriser les réfugiés à s'installer à Montbéliard et dans les villages de l'arrondissement situés à l'est du Doubs²⁴, les pressions exercées par l'abbé Wetterlé amènent le général commandant en chef, dès le 30 juin 1916, à ordonner d'examiner dans quelles nouvelles régions du Doubs il serait possible, au point de vue militaire, d'autoriser le placement de réfugiés de la vallée du Rupt et ceci en étroite concertation, ce qui est nouveau, avec le préfet de ce département²⁵. Il faut cependant attendre encore plus d'une année et demie pour que le régime d'exception sous lequel sont, de fait, placés l'ensemble des réfugiés alsaciens soit totalement aboli. En effet ce n'est que le 7 décembre 1917 qu'un avis placardé en français et en allemand précise :

« Désireuse d'étendre aussi largement que possible aux Alsaciens-Lorrains réfugiés des facilités permanentes de circulation analogues à celles accordées aux citoyens français dans la zone des Armées, l'autorité militaire a décidé la création de cartes spéciales en leur faveur [...] La nouvelle carte [...] sera remise à chacun en échange de la carte dont il est actuellement porteur [c'est-à-dire celle délivrée par l'administration militaire de l'Alsace reconquise].²⁶ »

Une rapide étude des conditions de logement confirme par ailleurs que ces villages ne sont pas adaptés pour accueillir les plus de six cents réfugiés alsaciens qui s'y trouvent au printemps 1916. Ces derniers doivent, en effet, être placés chez l'habitant, or les maisons sont relativement petites. Les Alsaciens sont donc souvent amenés à s'entasser dans une seule pièce. Ainsi, l'émissaire de l'abbé Wetterlé évoque le cas d'« une chambre très

23 Tournier Fabienne, *Les Alsaciens-Lorrains dans le Doubs...*, op. cit., p. 58.

24 AD Doubs 1Z 65.

25 AD Haut-Rhin PURG 11736.

26 AD Doubs 1Z 70.

étroite et pourvue seulement de mobilier rudimentaire [où] cinq personnes sont logées, le père, la mère, la fille, le gendre et le petit-fils. Il y a un lit pour les vieux, les trois autres couchent par terre.²⁷ » Face à cette extrême précarité, deux membres du comité de secours national américain, de passage sur place, ont d'ailleurs proposé, sans succès, d'élever des tentes afin d'améliorer le confort de vie des réfugiés.

Des rapports difficiles avec la population locale ?

L'émissaire de Wetterlé résume parfaitement les rapports qui prévalent entre les autochtones et les réfugiés, ainsi que les lignes de fracture qui séparent ces deux groupes :

« Les protestants [de la vallée du Rupt] en général ont reçu courtoisement les réfugiés, mais les bienveillances des débuts diminuent. C'est naturel. Il y a de notables exceptions. Cependant la différence de langue, de religion, d'usages amène et amènera toujours de plus en plus d'ennuis. La grande faute vient non pas des habitants ou des réfugiés, mais vient de ce que des gens catholiques pratiquants aient été mis chez des protestants.²⁸ »

Le principal point d'achoppement est donc d'ordre confessionnel. Le Pays de Montbéliard, ancienne possession des ducs de Wurtemberg, a en effet la particularité d'être une terre protestante et plus précisément luthérienne. Cet ensemble a certes connu, au cours de la seconde moitié du XIX^e siècle, sous l'effet des afflux successifs de main-d'œuvre, un net et tumultueux rééquilibrage confessionnel, au profit du catholicisme²⁹, auquel les migrants venus du Sundgau ont d'ailleurs largement participé³⁰. Mais les villages de la vallée du Rupt demeurent entièrement luthériens et aucune église n'y a été construite. Dans ces conditions, l'exercice du culte est problématique et la messe dominicale a lieu dans deux granges. L'autorité militaire prend la mesure de ce problème en novembre 1916, date à laquelle le général commandant la VII^e armée demande instamment au préfet du Doubs « de donner aux maires des communes de refuge toutes instructions utiles, afin que les réfugiés [...] puissent se rendre aux églises catholiques de leur voisinage, lorsque leurs communes ne possèdent pas d'église de leur confession »³¹. Cette injonction semble suivie d'effet, puisqu'un

27 AD Haut-Rhin PURG 11736.

28 *Ibid.*

29 DEBARD Jean-Marc, « Protestants et catholiques du Pays de Montbéliard et de Franche-Comté au XIX^e siècle : des rapports difficiles, une histoire polémique », *Bulletin et Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard*, 1980, p. 65-95.

30 KRONENBERGER Stéphane, « Immigration et religion dans le Nord Franche-Comté (1871-1918) », *Cahiers de la Méditerranée*, n° 78, 2009, p. 87-106.

31 AD Doubs 1Z 70.

mois plus tard le maire d'Aibre précise, par exemple, que la plupart des réfugiés se rendent à Arcey pour assister aux offices religieux³².

Une fois évacuée cette question confessionnelle, soit par un accès plus aisé à la messe dominicale, soit par le départ des réfugiés vers des cités industrielles pourvues d'églises, l'image des Alsaciens dans l'opinion reste marquée d'un certain soupçon de germanophilie. Ce dernier est alimenté par la pratique d'un dialecte que beaucoup d'autochtones assimilent à l'allemand, mais aussi et surtout par la présence de parents des réfugiés dans l'armée ennemie :

« Très prudents, se liant peu avec la population française, il est très difficile de connaître leurs vrais sentiments à l'égard de la France. Pour la plupart des maires, ces Alsaciens ont d'autant moins d'aversion pour l'Allemagne que presque tous ont leurs maris ou leurs enfants incorporés dans l'armée ennemie [...] [*Cependant*] la conduite et la manière d'agir de ces Alsaciens a été correcte vis-à-vis de la France.³³ »

Liens maintenus, liens réactivés avec le pays natal

Écrire

La faculté de correspondre par lettres ou cartes étant accordée, par mesure de réciprocité, aux prisonniers de guerre et aux internés civils, l'est *a fortiori* aux réfugiés, afin que ne soient pas rompus les liens entre les familles momentanément séparées. Un certain contrôle s'exerce cependant, non seulement pour s'assurer des tendances francophiles de ces derniers : « quelques-uns, dont la correspondance paraissait louche, ont été surveillés sans résultat³⁴ », mais aussi et surtout afin d'éviter la divulgation d'informations stratégiques. En outre, ces envois induisant le plus souvent des réponses, la lecture attentive de ces dernières constitue un excellent moyen pour l'armée de collecter de précieux renseignements sur l'ennemi. Concrètement, les échanges de correspondance entre les réfugiés et leurs parents demeurés en Alsace reconquise ou au-delà s'organisent de la manière suivante : les lettres sont envoyées sous enveloppe ouverte à l'autorité civile qui les transmet au service de renseignement de Belfort, celui-ci après lecture décide des suites à donner. En retour, l'autorité militaire reçoit les réponses et les confie aux services de la préfecture ou de la sous-préfecture pour distribution aux intéressés. Notons cependant que

32 *Ibid.*

33 AD Doubs 1Z 70.

34 *Ibid.*

dans cet espace frontalier, la tentation est grande de se soustraire à la censure, en acheminant sa correspondance en pays annexé par la Suisse³⁵.

Retrouver les siens

Cet exil est aussi paradoxalement une opportunité pour renouer des contacts avec de la famille ou des connaissances présentes au-delà des Vosges depuis une période plus ou moins longue. Des Alsaciens originaires de la vallée de la Largue et plus généralement de Haute-Alsace sont en effet présents dans le Nord Franche-Comté avant le déclenchement des hostilités, alors que d'autres y arrivent durant le conflit. Le commissaire spécial de Montbéliard remarque par exemple, en surveillant un jeune garçon boucher établi à Mandeuire mais natif de Dannemarie, que « ses sorties consistent en visites qu'il fait à Audincourt à des réfugiés d'Alsace³⁶ ».

Cependant, ceux que les réfugiés sont les plus impatients de retrouver, ce sont leurs propres fils. En effet les évacuations d'août et septembre 1914 ont touché de nombreux jeunes mobilisables natifs de la vallée de la Largue, qui ont alors été placés dans différents dépôts répartis sur l'ensemble du territoire. Au printemps 1916, près de deux ans s'étant écoulés depuis le départ forcé de leurs enfants, dès leur arrivée sur leur lieu de refuge, les parents entament des démarches pour les faire revenir auprès d'eux. Si certains adressent aux autorités une simple demande à caractère humanitaire, d'autres parviennent à convaincre des habitants des villages où ils sont hébergés de demander le rapatriement de leurs enfants au titre de la pénurie de main-d'œuvre agricole. Ainsi une habitante de Sainte-Marie, dont le mari est mobilisé et qui vient de perdre son jeune domestique, lui aussi parti pour le front, demande au préfet du Doubs d'intercéder en sa faveur afin de permettre la venue, dans la vallée du Rupt, de l'un d'entre eux interné dans le sud-ouest : « C'est paraît-il un jeune homme très sérieux sur lequel je pourrais compter, ayant eu de bons renseignements sur lui par des réfugiés et sa mère qui habitent Sainte-Marie.³⁷ »

Dans l'ensemble, peu de requérants obtiennent satisfaction, car plusieurs éléments rendent ces retours problématiques. En effet, le Nord Franche-Comté est compris dans la zone des armées, en principe interdite à tout étranger non indispensable. En outre, même lorsque ces jeunes gens semblent en mesure de contribuer à l'effort de guerre, le gouverneur de Belfort s'oppose strictement à la présence, dans le périmètre de sa place forte, de tout individu d'âge mobilisable, *a fortiori* lorsque ce dernier n'a pas tenté de s'engager volontairement dans l'armée française. Enfin,

35 AD Haute-Saône 6M 649.

36 AD Doubs M 890.

37 AD Doubs M 891.

les régions où ces jeunes gens se trouvent peuvent exprimer une fin de non-recevoir à leur départ, en particulier celles situées aux frontières où l'utilisation de prisonniers de guerre est souvent restreinte. Ainsi le préfet des Hautes-Pyrénées indique que, les disponibilités du dépôt de Lourdes n'étant pas suffisantes pour contenter toutes les demandes des propriétaires locaux, la commission départementale de la main-d'œuvre agricole a décidé de ne pas donner suite aux demandes émanant de l'extérieur³⁸.

Les évacuations d'otages ont également touché les fonctionnaires des territoires annexés, du garde champêtre au maire. En avril 1915 arrive ainsi au dépôt d'Ornans dans le Doubs, après un long périple, le premier magistrat d'Hindlingen. Or, début 1916, sont évacués en Haute-Saône certains habitants de cette commune, dont la femme et les deux enfants du susnommé³⁹. Quelques dizaines de jours seulement après leur arrivée à Raddon, ces trois derniers obtiennent des sauf-conduits leur permettant de rejoindre Ornans⁴⁰. L'autorité militaire n'a en effet aucun intérêt à s'opposer à ce que des personnes quittent volontairement la zone des armées. Les retrouvailles sont, en effet, le plus souvent possibles lorsque les réfugiés acceptent d'aller s'établir hors de ce périmètre de servitude militaire.

UN EXIL QUI EST UNE PRÉFIGURATION DU RETOUR DE L'ALSACE DANS LE GIRON FRANÇAIS

Loin de vouloir symboliquement mettre à l'écart les réfugiés alsaciens jusqu'au terme du conflit, les pouvoirs publics entendent au contraire tirer profit de la présence de ces derniers dans le Nord Franche-Comté pour d'une part gagner définitivement leurs cœurs à la cause française, et d'autre part utiliser leurs bras au profit de l'effort de guerre.

Aimer la France

Cette action de propagande nationaliste s'exerce à l'égard des adultes, mais aussi de leurs enfants. La maîtrise imparfaite de la langue française constitue cependant un obstacle de taille qu'il importe de surmonter de manière différente, en fonction du groupe d'âge auquel on s'adresse.

38 *Ibid.*

39 *Ibid.*

40 Toute la famille sera ensuite dirigée vers l'asile de Bellevaux et classée dans la catégorie n°1, celle des suspects.

Endoctriner les parents

Bien que rien ne puisse être reproché aux réfugiés alsaciens du point de vue national, leur francophilie est cependant objet de suspicion. C'est pourquoi les autorités locales s'efforcent, tout au long de leur présence dans le Nord Franche-Comté, de gagner les cœurs à la cause française. Ainsi, en octobre 1917, le préfet du Doubs fait parvenir aux réfugiés quatorze exemplaires d'une brochure intitulée *Die Vorgeschichte des Krieges (Histoire de l'avant-guerre)*⁴¹ qui est l'œuvre d'Hermann Rösemeier, ancien rédacteur à la *Berliner Morgenspost*. Cet ouvrage publié chez l'éditeur lousannois Payot en 1916 a l'avantage de donner d'intéressants détails sur le parti militariste allemand, ses préparatifs de guerre et ses buts⁴². L'objectif des autorités, en portant à la connaissance des réfugiés cet ouvrage rédigé en allemand, est clairement de faire entrer dans leur esprit que c'est l'Allemagne qui est responsable de la guerre et que la France ne fait que se défendre en toute légitimité.

Instruire les enfants

Les exils de réfugiés se caractérisant par la fuite de familles entières, la question de la fréquentation de l'école par les moins âgés se pose donc avec acuité. Ainsi, dès le 5 février 1916, l'administrateur du Territoire de Belfort précise aux maires des communes de refuge que « les enfants sont soumis à l'obligation scolaire⁴³ ». Quel est l'enjeu de cette scolarisation dont on s'attache à ce qu'elle soit précoce ? L'exemple belge développé par Michael Amara⁴⁴ montre que les écoles ouvertes en France, en Angleterre et aux Pays-Bas durant la Grande Guerre, à l'initiative du gouvernement en exil, ont pour but premier de « préserver l'identité nationale de milliers de jeunes Belges dont on craint que l'exil ne les éloigne définitivement de leurs racines⁴⁵ ». Il s'agit en effet de les soustraire aux écoles des pays d'accueil dont on avait pu constater dans les premiers mois du conflit le pouvoir assimilateur.

Le cas des réfugiés alsaciens est diamétralement opposé, puisqu'il n'importe pas de préserver une identité, mais au contraire d'en inculquer une nouvelle en habituant progressivement les enfants à la douce mélodie de la langue française. Des écoles spéciales sont ainsi créées, afin d'accueillir ces nouveaux élèves. Celles-ci sont dirigées par des instituteurs mobilisés,

41 Une étude en cours que nous menons sur les dépôts d'internés civils du sud-est de la France nous a permis de constater que cette brochure y est également distribuée aux Alsaciens-Lorrains.

42 AD Doubs 1Z 65.

43 AD Territoire de Belfort 52 E Dépôt 4H 17.

44 Amara Michaël, *Des Belges à l'épreuve de l'exil*, op. cit., p. 331-338.

45 *Ibid.*, p. 332.

qui ont la particularité d'avoir servi en Alsace⁴⁶. Ils se doivent d'ailleurs de parler le français et l'allemand. Après une période d'acclimatation, les élèves dont on juge qu'ils « donnent satisfaction à leurs maîtres, et semblent bien aimer la France⁴⁷ » sont peu à peu invités à fréquenter la communale de leur localité d'évacuation. En effet, si certaines écoles alsaciennes sont maintenues, telle celle de Raddon en Haute-Saône, en revanche d'autres, à l'instar des établissements de Sainte-Marie et Désandans, dans la vallée du Rupt, sont purement et simplement supprimées⁴⁸.

Participer à l'effort de guerre

La contribution des Alsaciens à l'effort de guerre est souvent appréhendée à travers le seul prisme des engagements volontaires contractés dans l'armée française, en vertu de la loi du 5 août 1914⁴⁹. Or, dans le cadre d'une « guerre totale », l'arrière⁵⁰ joue un rôle déterminant en fournissant quantité d'obus et de matériels divers, au prix d'une véritable mobilisation industrielle⁵¹, mais également le ravitaillement alimentaire indispensable. Alors que la plupart des hommes en âge de travailler sont au front, le maintien d'un haut niveau de production nécessite l'effort de tous, dont celui des réfugiés, qui constituent parfois localement un complément de main-d'œuvre important.

Des réfugiés aux champs

Hormis quelques horlogers et commerçants, les Alsaciens de la vallée de la Largue étant des agriculteurs, ils s'adonnent donc, dès leur arrivée, à la culture des champs et jardins et rendent ainsi « de grands services aux populations agricoles de leurs nouveaux domiciles⁵² ». Cela leur permet, en outre, de compléter l'allocation qui leur est versée, soit 1,25 francs par adulte et 50 centimes par enfant au-dessous de 16 ans⁵³. Cette aide est très appréciable et appréciée par les habitants de ces petits villages, en particulier lorsque le chef de famille est absent du foyer. Certains d'entre eux semblent même tentés de profiter de cette main-d'œuvre, au-delà de ce qui est

46 AD Doubs 1Z 70.

47 *Ibid.*

48 AD Doubs 1Z 65.

49 CARRÉ Albert, *Les engagés volontaires alsaciens-lorrains pendant la guerre*, Paris, Flammarion, 1923. SALTON Stéphane, *Les Alsaciens-Lorrains engagés dans l'armée française pendant la Grande Guerre*, Maîtrise de l'Université de Strasbourg II, 1999.

50 FRIDENSON Patrick (dir.), *1914-1918, l'autre front*, Paris, Éditions ouvrières, 1977.

51 Lieutenant-colonel REBOUL, *Mobilisation industrielle*, t. 1, *Des fabrications de guerre en France de 1914 à 1918*, Nancy, Berger-Levrault, 1925. PORTE Rémy, *La mobilisation industrielle. "Premier front" de la Grande Guerre*, Saint-Cloud, 14-18 Éditions, 2005.

52 AD Doubs 1Z 70.

53 AD Haute-Saône 6M 641.

permis, comme le déplore l'émissaire de Wetterlé : « Ils font travailler les réfugiés selon des combinaisons, qui sont loin d'être conformes à la plus élémentaire justice.⁵⁴ » La participation des réfugiés aux travaux agricoles est donc une réalité, malgré sa relative invisibilité, à la lumière des sources classiques de l'histoire sociale. La forte dispersion de ces individus au sein de petits villages et le fait que leurs employeurs sont souvent ceux qui les hébergent, réduisent considérablement la production d'archives administratives ou policières les concernant.

On note cependant, au cours du conflit, une nette migration sectorielle des réfugiés de l'agriculture vers l'industrie. Dans sa récente étude sur l'exil belge durant la Grande Guerre, Michaël Amara note d'ailleurs que « dans des départements tels que le Doubs ou la Loire, l'attrait des hauts salaires payés dans l'industrie détourne rapidement les réfugiés des travaux agricoles⁵⁵ ». En ce qui concerne les Alsaciens, un élément supplémentaire favorise cette évolution. Ils sont, en effet, sous la responsabilité directe de l'armée, qui est davantage préoccupée par son propre approvisionnement en obus que par le secours momentané offert par les réfugiés aux agriculteurs. C'est pourquoi lorsque certains industriels travaillant pour la Défense nationale font pression pour obtenir de la main-d'œuvre, ils trouvent à l'état-major une oreille attentive à leurs besoins.

Des artisans de la mobilisation industrielle

Durant le premier conflit mondial, le recrutement de la main-d'œuvre des usines de guerre a constitué un sujet de préoccupation constant pour le secrétariat d'État à l'Armement et aux Fabrications de guerre dirigé successivement par Albert Thomas⁵⁶ et Louis Loucheur. Or la participation des réfugiés demeure encore mal connue et ceci malgré les 22 000 Belges employés dans pas moins de 1 600 entreprises françaises⁵⁷. La contribution spécifique des Alsaciens-Lorrains est elle aussi largement passée sous silence⁵⁸.

La situation des réfugiés de la vallée de la Largue permet cependant d'aborder en partie cette question. En effet, ils ont été évacués dans de petits villages, dans lesquels il leur est difficile de se procurer un travail rémunérateur. Mais à proximité immédiate, entre les Vosges saônoises et le Pays de Montbéliard, se trouve une des premières régions industrielles

54 AD Haut-Rhin PURG 11736.

55 Amara Michaël, *Des Belges à l'épreuve de l'exil*, op. cit., p. 124.

56 SCHAPER Bertus Willem, *Albert Thomas. Trente ans de réformisme social*, Paris, PUF, Assen, Van Gorcum, 1957.

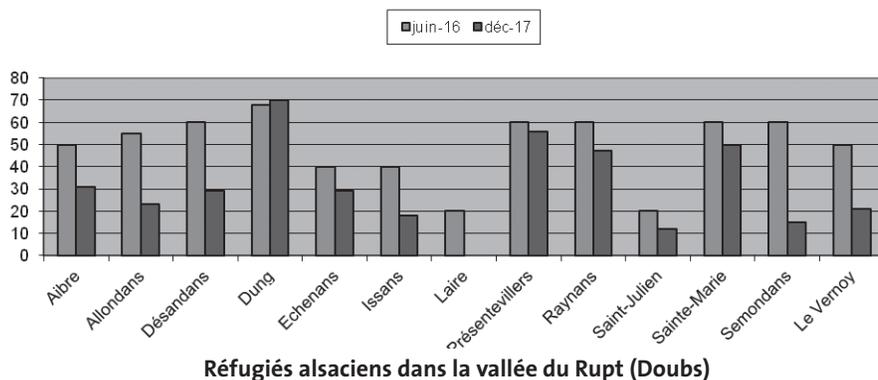
57 *Ibid*, p. 128.

58 Les chercheurs ne s'intéressent, dans le meilleur des cas, qu'aux prisonniers et aux internés civils : GRAND-HOMME Jean-Noël, « L'emploi des prisonniers et internés alsaciens-lorrains. L'industrie de guerre du bassin de Saint-Étienne », Grandhomme Jean-Noël (dir.), *Boches ou Tricolores ? op. cit.*, p. 151-162.

de France. Au milieu d'une myriade d'entreprises très diverses, quelques usines ou groupes d'usines, pouvant être parfois assimilés à de véritables empires, se distinguent tout particulièrement : d'abord les Peugeot⁵⁹ installés à Valentigney, Beaulieu, Audincourt et depuis 1912 dans leur nouvelle usine de Sochaux⁶⁰, ensuite la famille Japy qui à partir de son fief de Beaucourt a essaimé dans tout le Pays de Montbéliard et même au-delà à L'Isle-sur-le-Doubs⁶¹, enfin la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques (SACM), fille de l'annexion, installée à Belfort depuis 1879⁶². Cette dernière a d'ailleurs été choisie pour assurer la direction du « groupe de Belfort » rassemblant l'ensemble des industriels du Nord Franche-Comté exécutant des marchés visant à fournir du matériel à l'artillerie⁶³. L'exécution de telles commandes impose aux patrons d'usine d'être attentifs à tout gisement de main-d'œuvre immédiatement disponible. Ces derniers, qui n'hésitent pas, par ailleurs, à mandater des recruteurs dans les camps d'Alsaciens-Lorrains ardéchois⁶⁴ ou à s'adresser aux préfets des départements méridionaux pour hâter la venue dans leurs établissements de réfugiés franco-belges⁶⁵, ont rapidement compris tout le profit qu'ils pouvaient tirer de l'arrivée de ces familles alsaciennes.

Le graphique ci-dessous présente, pour la vallée du Rupt, l'effectif des réfugiés par commune, d'une part en juin 1916⁶⁶ et d'autre part un an et demi plus tard⁶⁷.

-
- 59 COHEN Yves, *Organiser à l'aube du taylorisme. La pratique d'Ernest Mattern chez Peugeot, 1906-1919*, Besançon, Presses universitaires franc-comtoises, 2001. LOUBET Jean-Louis, *La maison Peugeot*, Paris, Perrin, 2009.
- 60 BELOT Robert et LAMARD Pierre, *Peugeot à Sochaux. Des hommes, une usine, un territoire*, Panazol, Lavauzelle, 2007.
- 61 LAMARD Pierre, *Histoire d'un capital familial au XIX^e siècle. Le capital Japy (1777-1910)*, Belfort, Société belfortaine d'émulation, 1988. LARDIÈRE Bernard, *Japy, Sites et architecture Franche-Comté*, Paris, Erti, 1993. GRASSIAS Yvan, *Sur les traces de "l'empire" Japy*, Salins-les-Bains, Musées des techniques et cultures comtoises, 2001.
- 62 KENNET Joseph, *Belfort Alstom 1879-1970. Hommes et technologie chez un grand constructeur*, Thèse de l'Université de Paris I, 1993. BERNARD François, *L'Alsacienne de constructions mécaniques des origines à 1965*, Strasbourg, Presses universitaires de Strasbourg, 2001. BELOT Robert et LAMARD Pierre (dir.), *Alstom à Belfort. 130 ans d'aventure industrielle*, Boulogne-Billancourt, ETAI, 2009.
- 63 La SACM a fourni, lors de la Grande Guerre, plus de 5 millions d'obus, alors que l'usine Peugeot de Sochaux, en plus de l'emboutissage de milliers d'obus a également fabriqué 6 000 camions pour l'armée.
- 64 Le préfet de Haute-Saône indique en effet, en mars 1915, à son homologue de l'Ardeche que : « MM. Schwob Frères, industriels à Héricourt et fournisseurs de l'armée me font connaître leur intention d'envoyer M. Max Stahl, leur directeur général, visiter les dépôts d'évacués alsaciens de votre département. Ils confieraient à cet agent le soin de recruter les ouvriers spécialistes que l'appel récent des hommes de l'auxiliaire rend indispensables pour assurer la marche de leurs établissements », AD Haute-Saône 6M650.
- 65 Ralph Schor dans un article consacré aux réfugiés accueillis dans les Alpes-Maritimes durant la Grande Guerre rappelle que l'usine Peugeot d'Audincourt s'est adressée, en octobre 1916, au préfet de ce département en les termes suivants : « Nous rencontrons dans l'exécution de notre programme une difficulté presque insurmontable, le manque de personnel pour actionner les machines et les alimenter [...] c'est pourquoi nous avons pensé à nous adresser à vous en vue d'un recrutement plus efficace de la main-d'œuvre », SCHOR Ralph, « Les réfugiés dans les Alpes-Maritimes pendant la guerre de 1914-1918 », *Provence historique*, n° 75, 1969, p. 62.
- 66 AD Haut-Rhin PURG 11736. Les données pour Arcey sont indisponibles en 1916 et 1917.
- 67 AD Doubs 1Z 70. L'effectif des réfugiés à Laire n'est pas connu en décembre 1917.



On constate sans surprise la nette diminution (plus du tiers) de la population réfugiée hébergée dans ces villages. Tentons à présent de déterminer quelles sont les entités industrielles ayant bénéficié de cet apport de main-d'œuvre providentiel.

Localité	Effectif	Localité	Effectif	Localité	Effectif
Voujeaucourt	181	Bavans	50	Valentigney	15
Dampierre-les-Bois	79	Montbéliard	39	Sochaux	10
Audincourt	73	Allenjoie	31	Exincourt	10
Fesches-le-Châtel	71	Sainte-Suzanne	18	Taillecourt	7
Badevel	66	Bart	17	Colombier-Fontaine	6

Réfugiés alsaciens dans le Pays de Montbéliard (décembre 1917⁶⁸)

Les localités comptant le plus de réfugiés sont respectivement Voujeaucourt, Dampierre-les-Bois, Audincourt, Fesches-le-Châtel et Badevel⁶⁹. Ces résultats sont en concordance avec les observations faites par le commissaire spécial de Montbéliard, en septembre 1917, bien qu'il sous-estime alors l'ampleur du mouvement :

« Quelques familles [réfugiées dans la vallée du Rupt] désireuses de travailler dans l'industrie ont été autorisées à quitter leurs communes d'affectation pour se rendre la plupart du temps à Voujeaucourt et à Fesches-le-Châtel.⁷⁰ »

La famille Japy a donc à l'évidence tenté et réussi à orienter ce flux de main-d'œuvre à son profit. Ces industriels, qui sont depuis 1915 l'un des

68 AD Doubs 1Z 70. Les réfugiés comptabilisés ici viennent en majeure partie de la vallée du Rupt.

69 Précisons que les Alsaciens transférés à l'Isle-sur-le-Doubs ne sont pas ici comptabilisés.

70 AD Doubs 1Z 70.

principaux fabricants du fameux casque Adrian⁷¹, indiquent au gouverneur de Belfort, dès le 17 février 1916, soit quelques jours à peine après l'arrivée des réfugiés, que leur usine de L'Isle-sur-le-Doubs pourrait occuper cinq ou six familles⁷². Le mois suivant, ils font une demande analogue pour leur établissement de Fesches-le-Châtel⁷³. Leurs doléances sont rapidement prises en considération, puisqu'en avril 1916 quelques familles évacuées de Pfetterhouse et d'Ueberstrass obtiennent une autorisation spéciale de l'autorité militaire leur permettant d'aller travailler aux établissements Japy à L'Isle-sur-le-Doubs⁷⁴. Ces transferts de population, qui profitent largement au Pays de Montbéliard, prennent ensuite l'ampleur constatée ci-dessus, et ceci d'autant plus que, dans une région couverte de tissages et filatures, la main-d'œuvre féminine et enfantine est également sollicitée. Ainsi dès mars 1916, MM Japy Frères avaient indiqué qu'ils auraient besoin dans leurs usines de soixante-dix jeunes filles ou femmes de quatorze à quarante ans, et de cinquante jeunes gens de treize à dix-sept ans rémunérés de 2 à 4,5 francs selon le sexe et l'âge⁷⁵. Notons enfin que ces industriels organisent les déplacements des réfugiés alsaciens entre les différentes entités de leur empire industriel, soit pour des besoins de production, soit en raison de sous-capacité d'hébergement dans certaines localités. Cumulant les fonctions de chef d'entreprise et de maire, il leur est en effet aisé d'accorder à ces ouvriers des sauf-conduits leur permettant de se rendre de leur domicile à leur travail, en contravention des instructions officielles⁷⁶.

Les réfugiés présents à Giromagny et Lepuix-Gy sont certes installés dans un environnement rural, mais non dépourvu d'activités industrielles. L'administrateur de Belfort, dans l'une de ses premières correspondances avec les maires au sujet des réfugiés, invite d'ailleurs ceux-là à lui signaler « celles de ces familles dont les membres pourraient être employés dans les usines du Territoire et qui seraient disposés à y entrer⁷⁷ ». La première usine bénéficiaire de cet afflux soudain et important de main-d'œuvre est le tissage Warnod-Boigeol et Cie travaillant pour l'armée et installé dans l'une des deux communes de refuge du Territoire, en l'occurrence Giromagny. Cet établissement peut d'ailleurs également employer, sans difficulté, des réfugiés de Lepuix-Gy dans la mesure où cette localité n'est située qu'à

71 JAMBE Georges, « Japy et l'effort de guerre 1914-1918. Le casque français de combat, (prototype et fabrication) », *Bulletin de la Société d'émulation de Montbéliard*, 1985, p. 135-159. Pas moins de 3 500 000 casques ont été produits par Japy entre 1915 et 1918.

72 AD Doubs 1Z 65.

73 *Ibid.*

74 AD Doubs 8R en cours de classement.

75 AD Doubs 1Z 65.

76 AD Doubs M 889.

77 AD Territoire de Belfort 52 E Dépôt 4H 17.

un kilomètre. Des usines plus importantes telles que la SACM et DMC situées à Belfort attirent également peu à peu certaines familles alsaciennes.

Enfin, les Alsaciens évacués dans les villages de Haute-Saône autour de Luxeuil trouvent aisément à s'employer dans les établissements textiles et métallurgiques de l'arrondissement de Lure. En outre, bien que ces familles soient excentrées par rapport aux bassins industriels montbéliardais et belfortains, nos sources semblent indiquer qu'ils s'y rendent peu de temps après leur arrivée. En effet, en juillet 1916, le curé de Friesen obtient l'autorisation de quitter Luxeuil pour se rendre à Dampierre-les-Bois⁷⁸. Ce transfert est sans nul doute rendu nécessaire par la présence dans cette localité de certains de ses paroissiens embauchés dans différentes usines du Pays de Montbéliard. On retrouve également des réfugiés originaires de Friesen dans le Haut-Doubs, comme par exemple ce jeune homme d'abord évacué à Amage, en Haute-Saône, qui trouve ensuite une place dans une usine de Pontarlier⁷⁹.

Tous les réfugiés alsaciens ne restent cependant pas dans les usines de guerre de Franche-Comté jusqu'à l'armistice. En effet, certains tentent de rejoindre d'autres régions industrielles situées plus au sud et en particulier la région lyonnaise⁸⁰. Ainsi le 30 novembre 1916, Émile W. quitte avec sa famille l'usine Japy de L'Isle-sur-le-Doubs, car il se plaint d'être employé à un travail non qualifié. Il rejoint alors Lyon « pour avoir une place plus convenable » et promet à ses compatriotes de tout faire pour leur trouver des emplois plus avantageux dans les nombreux établissements industriels de cette dernière ville. Le commissaire spécial de Montbéliard, tout en rappelant que les Alsaciens reçoivent un salaire journalier de 5 francs en plus de l'allocation et du logement gratuit, estime que le personnel des usines travaillant pour la Défense nationale étant encore largement suffisant, il ne convient en aucune manière de laisser débaucher une partie des ouvriers sans motifs plausibles, comme cela vient de se dérouler pour la première fois à L'Isle-sur-le-Doubs⁸¹. Ces paroles resteront cependant des vœux pieux, car les réfugiés, nous l'avons déjà signalé, n'hésitent pas à quitter la zone des armées pour se soustraire à certaines contrariétés.

Décrire le contexte socio-économico-religieux de l'exil des réfugiés alsaciens dans le Nord Franche-Comté, durant la Grande Guerre, est une nécessité, dans la mesure où cela permet de mettre en lumière certaines souffrances, nées de la soudaineté du départ, d'erreurs flagrantes dans le

78 AD Doubs M 887.

79 AD Doubs M 892.

80 OLIVIER Cécile, *Lyon, plaque tournante des réfugiés de la Première Guerre mondiale*, Maîtrise de l'Université de Lyon II, 2002.

81 AD Doubs 8R en cours de classement.

choix des communes d'accueil et de la perte de repères propres à chaque arrachement à la terre natale. Mais il ne faut pas pour autant oublier que, derrière la cohorte de ces individus désorientés et même parfois livrés à l'arbitraire, se cache, lorsqu'on prend la peine de changer d'échelle⁸², un ensemble d'acteurs sociaux, soudés par de profonds liens familiaux ou amicaux, capables de penser leur exil pour le transformer et en atténuer les contraintes, voire en tirer profit. La réussite de ces stratégies de contournement dépend cependant de la plus ou moins grande tolérance des autorités et des décisions d'acteurs extérieurs, en l'occurrence ici les industriels travaillant pour la Défense nationale. Au final, quelle figure de l'exilé alsacien retenir ? Celle d'un réfugié privé de tout, déshumanisé ou au contraire celle d'un ouvrier spécialiste fabriquant, dans les usines de guerre, les obus indispensables à la victoire finale et au retour de l'Alsace dans le giron français ? Ce double jeu d'échelles est également opératoire pour analyser ce qui se déroule à la fin du conflit : d'un point de vue macro, on aperçoit une masse de réfugiés qui regagnent en toute hâte leurs villages d'origine, quittés dans la tourmente plusieurs dizaines de mois plus tôt. En revanche, si l'on prend en considération certaines trajectoires particulières, on constate que ce bloc est moins monolithique qu'il n'y paraît. En effet, des familles souvent moins ancrées dans la terre d'Alsace décident de continuer à vivre dans leur localité de refuge ou à défaut dans le Nord Franche-Comté, où ils bénéficient dans l'entre-deux-guerres des emplois offerts par les nombreuses usines textiles ou métallurgiques. Ainsi, en 1933, à l'occasion d'une procédure de naturalisation concernant un natif de Seppois-le-Bas âgé de 26 ans, de mère alsacienne mais de père suisse, on apprend à son sujet que « lors du bombardement de Seppois par les Allemands, il a été évacué, le 25 janvier 1916, avec ses parents à Giromagny, et il n'a plus quitté cette localité ; il a d'abord fréquenté l'école primaire, puis il est entré à l'Alsthom⁸³ où il travaille encore en qualité de monteur-ajusteur⁸⁴ ».

82 AUDOIN-ROUZEAU Stéphane, « L'échelle micro-historique au service de l'étude des réfugiés et déplacés ? Deux jeunes gens dans l'exode de 1940 », Forcade Olivier et Nivet Philippe (dir.), *Les réfugiés en Europe*, op. cit., p. 243-251.

83 En 1928, la Société alsacienne de constructions mécaniques et Thomson-Houston créent une filiale commune, Alsthom, qui prend en charge l'usine de Belfort.

84 AD Territoire de Belfort 6M 320.

Ferdinand Fillod, le rêve de l'habitat métallique

Francis Péroz

DANS LA PÉRIODE DE L'ENTRE-DEUX-GUERRES, la France connaît un développement industriel important et, en même temps, un développement urbain sans précédent. Plus de la moitié de la population française vit désormais en ville. Mais ces nouveaux urbains sont souvent des ruraux fraîchement arrivés de la campagne. À la fin des années 1920, le gouvernement français émet le souhait de les voir accéder à l'habitat individuel en favorisant le développement des lotissements pavillonnaires. Une telle volonté séduit les entrepreneurs du bâtiment. Mais elle rencontre aussi un accueil particulièrement favorable de la part d'un industriel jurassien, Ferdinand Fillod, qui n'a pourtant jusqu'alors jamais œuvré dans l'immobilier. Qui est cet homme dont le nom n'est aujourd'hui connu que de quelques rares personnes, en France métropolitaine, spécialistes d'architecture métallique mais qui est davantage connu des scientifiques qui ont séjourné dans les terres australes et antarctiques françaises ? L'étude de Ferdinand Fillod et de ses entreprises n'est guère facile tant les sources archivistiques sont succinctes¹. Fort heureusement, des bâtiments demeurent, et étudiés par le service du patrimoine et de l'inventaire, ils demeurent les témoins de la créativité de cet entrepreneur jurassien, le mot entrepreneur étant ici compris dans son acception la plus large.

¹ La brochure *L'industrialisation selon Fillod*, éditée à Nancy en 2002 par l'Union régionale des conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement de Lorraine, est indispensable pour une première approche de l'œuvre de Ferdinand Fillod. Des détails architecturaux sont apportés par les notices de la base Mérimée sous la plume de Laurent Poupart.

DES DÉBUTS MODESTES

Ferdinand Fillod, né en 1891, est le fils d'un quincaillier de Saint-Amour, une petite bourgade du Revermont, au sud de Lons-le-Saunier dans le département du Jura. Il reçoit une formation de chaudronnier et de soudeur avant d'effectuer son service militaire dans la marine de 1912 à 1919. Rendu à la vie civile, Ferdinand Fillod s'installe comme artisan chaudronnier à Saint-Amour, au passage des Deux-Portes, dans un local prêté par son père. Rapidement, sa notoriété professionnelle grandit à tel point que ce local devient vite exigü. Ferdinand Fillod transfère alors son entreprise dans d'autres locaux, qui appartiennent à son épouse Juliette Laurencin. Dans ce qui était autrefois l'hôtel du Grand Saint-Michel, l'artisan développe une entreprise de construction mécanique qu'il dénomme initialement Usine du Grand Saint-Michel puis Manufacture et Tôlerie F. Fillod FSA, FSA étant la marque que l'industriel prend la précaution de déposer. Par cet acte officiel, Ferdinand Fillod affirme son ambition de créer et de faire vivre une entreprise dont la renommée doit dépasser les limites de la contrée jurassienne.

Dans la première moitié des années 1920, l'entreprise Fillod emploie la tôle galvanisée pour fabriquer du matériel agricole tel que tonne à purin, abreuvoir ou encore chaudière pour la cuisson des aliments pour le bétail. Le succès est rapide et les chaudières FSA détrônent les chaudières en fonte, lourdes et fragiles. Ferdinand Fillod parcourt les routes jurassiennes en moto pour vanter ses produits et pour présenter l'élargissement de sa gamme qui comprend désormais des poêles à bois et des cuves diverses. L'entreprise produit aussi des petits bâtiments métalliques de type baraque de chantier. Devant l'afflux de commandes, Ferdinand Fillod doit agrandir son usine en achetant les terrains qui l'entourent. Il peut ainsi développer des activités métallurgiques, la galvanisation et le trempage des tôles. L'industriel noue alors des liens avec les producteurs d'acier et de tôle, plus particulièrement avec la famille de Wendel en Lorraine.

Au milieu des années 1920, Ferdinand Fillod est à la tête d'une entreprise modeste dont le rayonnement n'est que départemental. Mais déjà perçoit son ambition d'exploiter de nouveaux procédés industriels et de donner une ampleur plus grande à son activité.

LE PANNEAU ACIER

Le 21 novembre 1928, Ferdinand Fillod dépose une demande de brevet d'invention dont l'obtention lui sera signifiée le 23 avril 1929. Extrapolant les baraques de chantier qu'il produit depuis plusieurs années, il vient de

réaliser dans son usine un prototype de préfabrication métallique, le panneau acier, qui se compose de deux plaques de tôle de trois millimètres d'épaisseur en acier doux Martin au cuivre semi-inoxydable. Chaque plaque mesure une cinquantaine de centimètres de largeur sur 250 centimètres de hauteur, la hauteur d'un étage de construction. Les deux plaques sont maintenues écartées d'une quarantaine de centimètres par des entretoises métalliques. Les panneaux s'emboîtent les uns dans les autres grâce à des tubes fendus formant pinces et ils forment alors un véritable mur porteur. L'intervalle entre les panneaux est comblé par du laitier de fonderie, de la sciure ou du sable pour assurer une isolation thermique et phonique.

Ferdinand Fillod a réalisé en 1927 un prototype de maison construite à l'aide de tels panneaux acier à côté de son usine au 23 rue d'Allonval. La maison, initialement composée de trois pièces, est ensuite agrandie d'une quatrième. Le plafond et la toiture métallique en tôle ondulée, en appentis massés sur chaque pièce avec une noue centrale, raidissent l'ensemble. L'habitation, connue sous le nom de « maison blanche » en raison de la couleur de son revêtement extérieur, sert de logement pour un contremaître de l'entreprise puis est acquise par Joseph Fillod, un frère de Ferdinand qui y demeure jusqu'en 1949. La maison est ensuite désaffectée². Pour exploiter son invention, Ferdinand Fillod s'associe avec la famille de Wendel avec qui il fonde en 1929 la société des Constructions Métalliques Fillod (CMF) dont le siège est à Hayange et les usines à Florange (Moselle).



Maison Fillod – 23 rue d'Allonval – Saint-Amour (Jura)

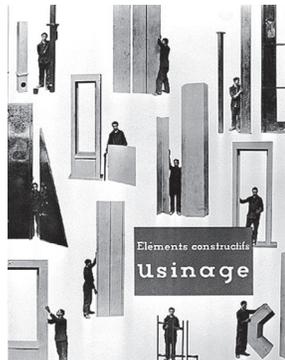
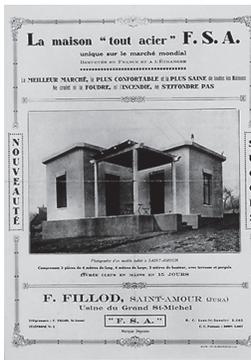
Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993.

² Ministère de la Culture, base Mérimée, enquête réalisée par Laurent Poupart en 1993. Le bâtiment est inscrit aux Monuments historiques le 1^{er} mars 1995.

LA MAISON « TOUT ACIER »

L'innovation de Ferdinand Fillod répond à un besoin précis. La France des années 1920 connaît une importante crise du logement. La loi Loucheur, votée en 1928, encourage l'accession à la propriété ainsi que la construction de logements collectifs à prix réduits. Le concept de maison métallique inventé par Ferdinand Fillod répond à cette demande. Après une préfabrication en Lorraine, tous les éléments (murs, plafonds, fenêtres et portes) sont livrés sur le chantier prêts à être assemblés. Les murs extérieurs et les cloisons intérieures sont réalisés en « panneaux acier », les plafonds en tôles planes. La toiture est le plus souvent à deux pans inversés : de grandes plaques de tôles inclinées assurent l'étanchéité et reposent sur un chéneau central. Après livraison sur le chantier, l'assemblage des éléments est réalisé par l'acquéreur lui-même, avec un outillage réduit à un marteau et une échelle. Nul besoin de rivets ni de boulons ni à plus forte raison de soudures. Ce procédé de construction, alliant préfabrication et automontage, réduit le coût de moitié par rapport à une maison traditionnelle. La standardisation des éléments de fabrication permet l'élaboration de plans types vendus sur catalogue. Une maison de quatre pièces peut être montée une dizaine de jours après la réalisation de ses fondations.

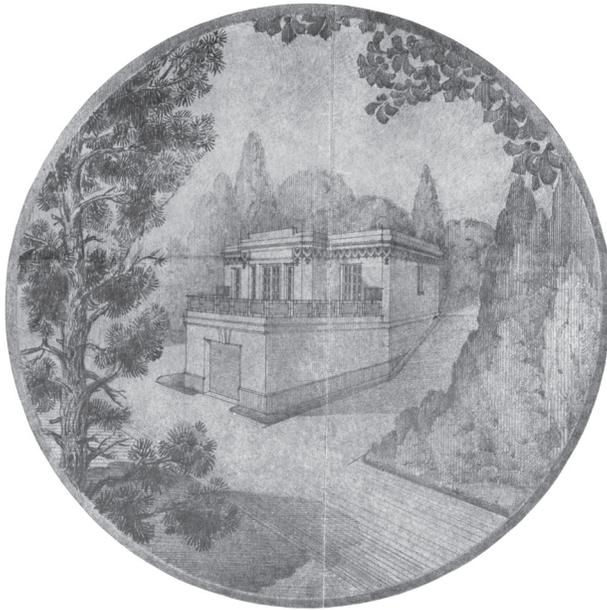
Ces maisons « tout acier » annoncent avec plusieurs dizaines d'années d'avance le développement de la maison individuelle, rêve de nombreux Français. Leurs avantages sont indéniables : faible coût de revient, rapidité de mise en œuvre, bonne résistance à l'humidité par l'emploi d'acier inoxydable selon les normes de l'époque³ et bonne tenue au feu et à la foudre⁴. Ces qualités ont permis aux maisons Fillod d'être vendues en France et d'être exportées facilement à l'étranger, notamment dans les pays tropicaux.



Pages des catalogues Fillod

3 Nous verrons plus loin les limites de ce matériau.
4 Effet cage de Faraday.

Dans la commune de Saint-Amour, une construction témoigne encore de la production de l'usine de Florange. Au 2 de la rue de Peroset, le service architecture de l'entreprise a occupé une maison métallique édifiée en 1932 sur un plancher à entrevous en berceau segmentaire. Comme pour le prototype de la rue d'Allonval, l'intervalle entre les panneaux métalliques est garni de sciure et de copeaux de bois pour l'isolation thermique et phonique. L'ensemble est raidi par le plafond et par la toiture qui allie longs pans, appentis et deux noues centrales⁵. À quelques dizaines de kilomètres, à Arinthod, au cœur de la Petite Montagne jurassienne, au 19 de la route de Lons-le-Saunier, le docteur Grandclément a fait édifier en 1931 une maison métallique par l'entreprise Fillod pour abriter son cabinet médical. L'entrée principale de l'avant-corps central ouvre sur la salle d'attente, contiguë à sa gauche de la salle d'examen. Les autres pièces de la maison sont à usage d'habitation. Ce bâtiment correspond au type T 12 du catalogue Fillod⁶.



Maison Fillod – 2 rue de Peroset – Saint-Amour (Jura)

Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993.

5 Ministère de la Culture, base Mérimée, enquête réalisée par Laurent Poupart en 1993.
6 *Idem*. Dans les années d'après-guerre (date non connue), la maison a été endommagée par un incendie qui a consumé le mâchefer en poudre placé entre les deux panneaux d'acier. Mais la maison n'en a guère souffert. Après la fermeture du cabinet médical en 1964, le bâtiment servit d'habitation puis fut transformé en café-restaurant à partir des années 1980.



Maison Fillod – 19 route de Lons – Arinthod (Jura)

Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993.

L'ÉGLISE DE CRUSNES

La technique du panneau acier est aussi utilisée pour des constructions plus imposantes que les habitations individuelles. Dans les années 1930, Ferdinand Fillod cherche à s'implanter sur le marché colonial et projette de construire des églises bien isolées, facilement transportables et pouvant être assemblées par une main-d'œuvre non spécialisée. Ferdinand Fillod trouve un soutien auprès de la famille de Wendel qui lui fait construire à Crusnes au cœur du bassin sidérurgique lorrain l'église Sainte-Barbe de Crusnes. Ce prototype est construit en moins d'une année, en 1938-1939, à partir d'une armature métallique. Les deux épaisseurs de panneaux d'acier de six mètres de hauteur sont séparées par du laitier de fonderie et le toit plat est également métallique. Ainsi la totalité des matériaux de construction proviennent du bassin sidérurgique proche, offrant ainsi un bel exemple de recherche d'économie. Le bâtiment est traité dans le style Art déco, particulièrement visible dans les volumes de la nef et des bas-côtés, dans le dessin des ouvertures et dans la frise sommitale. Mais le bâtiment vieillit mal. Atteint dans les premiers mois de l'année 1940 par des tirs provenant de la ligne Maginot, il subit des infiltrations d'eau. Après la fermeture de la mine de fer au début des années 1970, l'église,

jusqu'alors propriété des maîtres de forges, est cédée à l'association diocésaine de Nancy qui ne peut faire face à l'amplification des dommages de la guerre. En 1977, à la suite d'un affaissement de terrain minier, le bâtiment s'enfonce brutalement de 72 centimètres. Les premières réparations n'interviennent pas avant 1988. Signe de l'intérêt patrimonial de l'édifice, des professionnels de la construction métallique mettent gracieusement l'église hors d'eau. Leur action entraîne une prise de conscience qui aboutit au classement de l'édifice en 1990. L'association des Amis de Sainte-Barbe est créée en 1996 pour récolter des fonds en vue de la restauration du bâtiment. Le chantier commence l'année suivante : les tôles extérieures sont remplacées, les panneaux intérieurs sont décapés et le laitier est remplacé par de la laine de roche. La façade, repeinte en 2006, a retrouvé sa couleur d'origine. Mais l'intérieur doit encore être restauré.

L'église de Crusnes, conçue pour être exportée, a joué de malchance : l'augmentation du prix de l'acier au cours de l'année 1939, la survenue de la guerre puis la perte de l'empire colonial français ont empêché sa duplication. Elle reste le seul exemple de lieu de culte européen construit en acier.

LES PAROIS INCLINÉES

Le panneau acier ayant démontré ses qualités, l'entreprise Fillod développe un nouveau procédé de construction métallique, les « parois inclinées », pour lequel Ferdinand Fillod dépose un brevet en 1935. Les bâtiments à parois inclinées se composent de travées métalliques verticales, accolées les unes aux autres. Chaque travée possède deux portiques cintrés en acier profilé, d'abord à chaud puis à froid, espacés par des entretoises. Entre les portiques s'emboîte un panneau de bardage en tôle nervurée. Ce panneau peut, selon les besoins, être équipé de vitrages s'ouvrant à l'italienne ou être remplacé par un panneau porte. Des tôles faitières viennent ensuite se fixer au-dessus des panneaux pour former la toiture. L'ensemble devient ainsi une carcasse métallique continue et pratiquement monobloc dont la longueur dépend du nombre de portiques additionnés. À chaque extrémité, les pignons sont emboîtés dans les derniers portiques et peuvent comporter des portes et des fenêtres. À l'intérieur du bâtiment, des panneaux isolants sont posés contre les travées et des cloisons métalliques, elles aussi préfabriquées, sont disposées au gré de l'utilisateur. Tous les éléments étant standardisés, ils peuvent être permutés pour modifier l'habitabilité sans aucune détérioration de l'ensemble. Le nombre de travées peut être modifié et des bâtiments peuvent être reliés les uns aux autres par adjonction de couloirs eux aussi préfabriqués.

Ces qualités ont permis à ce type de bâtiment d'être construit en un grand nombre d'exemplaires pour des usages variés : logements, dortoirs, baraquements militaires, réfectoires, bureaux, écoles ou salles de gymnastique. La forme générale arrondie du bâtiment, sans arête saillante, diminuant les ombres portées, offrant ainsi une protection contre le repérage aérien, le fit utiliser en grand nombre pour les abris de la ligne Maginot. Aménagés en vaste salle unique, des bâtiments servirent de chapelle comme au cœur de la cité Bosmont à Sérémange ou comme la chapelle Saint-Paul à Florange⁷, installée en 1955, deux chapelles construites pour répondre à l'expansion industrielle de la vallée de la Fensch. La légèreté du bâtiment permit son transport et son utilisation jusque dans les régions polaires par Paul-Émile Victor et les expéditions polaires françaises.

Dernier exemple, le pavillon tropical illustre la prolifique créativité de Ferdinand Fillod. Un écart entre le toit et le plafond permet une meilleure circulation de l'air, de jour comme de nuit. À Marseille, un pavillon tropical fut utilisé de 1951 à 2003 puis voué à la démolition avant d'être sauvé par l'intervention de spécialistes de l'architecture métallique⁸. L'usine Fillod de Florange a produit trois millions de mètres carrés de ce type de bâtiment de la deuxième moitié des années 1930 à sa fermeture en 1986.

LES PAROIS VERTICALES

L'entreprise Fillod développe dans les années 1950 et 1960 le procédé de construction à parois verticales normales (PVN), utilisé pour des bâtiments de structure légère mis en place sur des fondations définitives telles que dalles de béton ou sur des fondations démontables, à l'image du plancher préfabriqué posé sur des vérins métalliques. Les murs extérieurs sont composés de panneaux de tôles plissées au pas de trente centimètres et de la hauteur d'un étage. Des panneaux d'agglomérés de bois forment l'habillage intérieur. Entre ces deux éléments, un vide d'air et une épaisseur de laine de verre ou de laine de roche assurent l'isolation thermique et phonique du bâtiment. Les façades deviennent ainsi des murs porteurs sur lesquels repose directement la toiture faite de poutrelles en treillis métallique supportant des panneaux d'acier plissé. Cette toiture reprend le modèle des premières maisons en panneau acier : des pans inversés avec un chéneau central.

7 Cette chapelle a été détruite dans les années 1980.

8 DENANTE Sylvie, « Un pavillon métallique tropical à Marseille, Ferdinand Fillod, constructeur, 1951 », CD-Rom, DRAC Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2004.

De tels bâtiments sont commandés par le ministère de l'Éducation nationale pour répondre à l'accroissement des effectifs scolaires dans les années 1960 et 1970 avec la généralisation de l'entrée des élèves au collège. Plus d'un million cinq cent mille mètres carrés d'établissements scolaires sont réalisés à l'aide de telles structures au cours de cette période sur l'ensemble du territoire national. Les panneaux sont placés dans une charpente faite d'une succession de portiques métalliques, espacés de trois mètres et soixante centimètres, et reliés entre eux par des sablières. Les fenêtres sont faites de châssis coulissants en acier ou en aluminium⁹.

LES CONSTRUCTIONS MODULAIRES

Ferdinand Fillod et ses ingénieurs ont également produit plusieurs types de constructions modulaires et de cellules monoblocs destinées à répondre à des demandes diverses : installations d'urgence, baraques de chantiers, bureaux provisoires... Les cellules peuvent être jumelées, raccordées en pignon ou superposées. Les différents modèles (Mobiloge, Fillobloc, Espace, Logoplan et Design) respectent les gabarits rail, route et mer. Par ailleurs, des bungalows furent également fabriqués et vendus dans les foires. D'une surface pouvant atteindre vingt-quatre mètres carrés, comportant jusqu'à quatre pièces, leurs murs et leur toit sont constitués de panneaux métalliques assemblés par des agrafes, un procédé breveté le 22 juin 1959¹⁰.

DES MAISONS EN BOIS

Si Ferdinand Fillod a consacré l'essentiel de sa vie et de sa créativité à l'usage de l'acier dans la construction, les années difficiles de la Seconde Guerre mondiale lui ouvrent de nouvelles perspectives. L'armistice de juin 1940 sépare le département du Jura par la ligne de démarcation et bouleverse l'économie locale. Ainsi, la scierie Réstat, installée, non loin de Champagnole, au village d'Ardon en zone sud, ne peut plus être alimentée par les propriétés forestières proches mais situées en zone occupée. Ferdinand Fillod, toujours associé à la famille de Wendel, rachète cette entreprise en 1941 pour y reclasser les ouvriers lorrains qui ont été contraints de quitter leur région.

9 Les collèges Fillod ne doivent pas être confondus avec les collèges Pailleron. Ces derniers sont formés d'une ossature métallique remplie par des éléments maçonnés.

10 Ministère de la Culture, base Mérimée, enquête réalisée par Laurent Poupart en 1994.



Usine Fillod à Ardon (Jura) Photo Francis Péroz.

Mais, l'acier faisant défaut, Ferdinand Fillod abandonne son procédé de maisons à ossature métallique et imagine des maisons à ossature bois, et les panneaux métalliques sont remplacés par des panneaux en bois. Comme il le fait toujours, Ferdinand Fillod protège ses inventions par des dépôts de brevet. La paix revenue, le constructeur ne délaisse pas ce type d'habitat. À l'emplacement de la scierie Retat détruite en 1947, Ferdinand Fillod développe, entre 1947 et 1958, une menuiserie, des ateliers d'assemblage et d'encollage ainsi que des magasins industriels. Trois maisons à ossature bois pour le logement des ouvriers sont construites au cœur du village d'Ardon en 1948. L'usine Fillod emploie à Ardon une cinquantaine d'ouvriers jusqu'à sa fermeture en 1986.

LE SITE DE SAINT-AMOUR

Pendant que l'usine de Florange produit les panneaux de divers types pour les constructions métalliques, Ferdinand Fillod ne néglige pas l'usine originelle de Saint-Amour qui reste affectée à son cœur de métier, la production de matériel agricole et de petits bâtiments mobiles, une activité prospère dans les années de reconstruction de l'après Seconde Guerre mondiale.



**Bâtiment Fillod
à usage de garage
Morbier (Jura)**

Photo Francis Péroz.

Pour accroître son capital et permettre un développement plus important, la *Manufacture et tôlerie F. Fillod FSA* devient en 1952 la *Société anonyme F. Fillod FSA*. L'entreprise développe des œuvres sociales pour son personnel, notamment des cités-logements. La cité des Enverys, au 2 chemin de la Guiche à Saint-Amour, est construite à proximité immédiate de l'entreprise en deux étapes, 1942 et 1950, pour le logement du personnel de maîtrise et d'encadrement. Les ouvriers sont logés dans des logements au cœur de la bourgade, acquis ou loués par l'entreprise.



**Cité des Enverys
Saint-Amour (Jura)**

Photo Yves Sancey
© Région Franche-Comté,
Inventaire du patrimoine,
ADAGP, 1993.

Ferdinand Fillod meurt en 1956. L'entreprise lui survit et continue à produire simultanément des éléments de constructions métalliques modulaires et des cuves à vin émaillées ou en acier inoxydable à l'usage des vigneronns du Revermont. Une nouvelle usine est créée vers l'année 1959 à proximité de la gare afin de bénéficier d'un embranchement ferroviaire. Elle emploie jusqu'à trois cents personnes dans les années 1950 et 1960. Mais les mutations économiques de la fin des Trente Glorieuses lui sont fatales. En raison de la mondialisation, l'acier français n'est plus compétitif et doit donc céder la place à l'acier venu d'Extrême-Orient. La Société anonyme F. Fillod FSA dépose son bilan en 1978. L'activité de fabrication de petits bâtiments mobiles est reprise par la société Sarrade-Galtier-Fillod, filiale du groupe Algéco, alors que la société Bouquerod poursuit la production de cuves et de citernes en acier inoxydable.

Plus d'un demi-siècle après la disparition de Ferdinand Fillod, son souvenir n'est plus présent que localement. À Saint-Amour, le lycée professionnel porte son nom et quelques maisons sont encore visibles à travers la Petite Montagne jurassienne, certaines étant même inscrites à l'inventaire supplémentaire des Monuments historiques. Autour de Nancy, un circuit touristique a été élaboré pour aller à la rencontre des quelques vestiges de l'œuvre de Ferdinand Fillod, notamment l'église Sainte-Barbe de Crusnes. Et les scientifiques et techniciens qui ont travaillé dans les terres australes et antarctiques françaises ont connu les bâtiments Fillod implantés à la base Dumont d'Urville et sur les îles Kerguelen et Amsterdam. Si nous ne prenions en considération qu'eux, ces bâtiments et l'intérêt qu'ils suscitent justifieraient l'étude que nous venons de mener. Mais Ferdinand Fillod a été un précurseur dont les idées, un temps oubliées, reprennent vie aujourd'hui. Les constructions Fillod des années 1920 s'inscrivent dans le courant artistique du Bauhaus. Walter Gropius, prenant appui sur les nouvelles techniques industrielles, considère qu'il est désormais possible de faire de l'architecture un jeu de construction. La préfabrication permet d'engendrer une production en série, accessible au plus grand nombre. Les techniques de préfabrication avec usage d'acier ou de bois imaginées par Ferdinand Fillod doivent donner la possibilité à un grand nombre de Français de devenir propriétaires de leur habitation.

Pourtant, seules les constructions modulaires ou mobiles, à usage industriel, ont connu un réel succès commercial. L'habitat standardisé, vanté par Walter Gropius et par Le Corbusier, n'a pas fait recette auprès du grand public qui n'a guère été séduit non plus par le matériau novateur utilisé. L'acier garde un caractère industriel marqué et il manque de chaleur. De son côté, le bois a longtemps été synonyme en France d'habitat précaire. La maison métallique a été redécouverte par les Américains dans

les années 1980 et 1990. Mais ce ne sont pas des constructions métalliques semblables à celles imaginées par Ferdinand Fillod. Elles ne comportent qu'une ossature métallique avec un parement fait de matériaux variés. De même, les maisons en bois connaissent un succès grandissant. Dans les deux cas, ces techniques de construction répondent aux attentes de notre époque : rapidité de construction, respect de l'environnement au moment de la construction et recyclabilité importante des matériaux.

Résumés

Benjamin Ravier-Mazzocco

Résumé

Introduction aux actes de la journée d'étude « Perception et gestion du risque technique », cette contribution revient sur une historiographie concernant principalement les pollutions industrielles et les risques professionnels. Faisant une courte synthèse des différentes communications, elle invite donc à ouvrir les recherches de l'histoire du risque sur la culture technique des acteurs et sur les obstacles, physiques ou sociologiques, à la mise en place de politiques efficaces.

Abstract

This article is an introduction to the proceedings of the workshop "perception and management of technical risk". It discusses the historiography which covers, for a big part, industrial pollution and occupational risks. Synthesizing every presentation, it invites to open the studies of the history of risk on the technical culture of actors, and on the physical or sociological obstructions to the setting of effective prevention policies.

Mots-clés

risque, risque technique, risque technologique, risque professionnel, risque industriel, culture technique, accident industriel, mine, nucléaire

Keywords

risk, technical risk, technological risk, professional risk, industrial risk, industrial accident, mine, nuclear

Pierre Périlhon

Résumé

En analysant rapidement les évolutions de la sécurité industrielle à travers le temps, nous essayerons de mettre en évidence comment, à partir d'événements majeurs ou d'évolutions profondes de la société :

- une prise de conscience rapide ou progressive a fait évoluer les procédures et la mise en place de structures dans les entreprises ;
- se sont transformés les savoirs et les savoir faire ;
- ont évolué les techniques d'analyse de risques et les moyens de prévention ;
- en milieu industriel, ont été acceptées ou rejetées, perçues ou ignorées toutes ces évolutions ;
- se sont mises en place des formations, notamment en milieu universitaire.

Ce parcours nous amènera à identifier les domaines de la sécurité industrielle, qui se sont spécialisés et qui restent encore malheureusement étanches entre eux. Ce constat nous permettra de dire quelques mots sur la nécessité d'une modélisation systémique du domaine et de présenter succinctement un travail qui a été entrepris voilà déjà plus de vingt ans. Le point sur la situation d'aujourd'hui sera fait en se centrant sur la notion de culture de sécurité. Quels en sont les éléments et les procédures ? Que peut-on en attendre ?

Abstract

By analyzing rapid changes in the security industry over time, we will try to highlight how from major events or changes in society:

- *A rapid or gradual awareness has changed procedures and the establishment of structures within companies.*
- *Knowledge and know-how have changed*
- *Techniques for analyzing risks and prevention methods have developed.*
- *All these changes in industrial environment have been perceived or ignored, accepted or rejected.*
- *Training courses, particularly at university level, have been set up.*

This route will lead us to identify areas of industrial safety, which are specialized and are unfortunately still water-tight. This finding will allow us to say a few words on the need for a systemic modelling of the domain and to give a brief presentation of some research work that has already been carried out over the past twenty years. We will take stock of the current situation and focus on the concept of safety culture. What are its elements and procedures? What can we expect?

Mots-clés

risque, danger, science du danger, analyse de risque, perception du risque, culture de sécurité, histoire du risque

Keywords

risk, danger, science of danger, risk analysis, perception of risk, security culture, history of risk

Patrice Louiso

Résumé

Dans le domaine de l'énergie électrique, il existe un risque technique, un risque latent, pouvant paralyser l'économie d'un pays, et dont les conséquences peuvent se chiffrer en millions de dollars, c'est le risque d'un « black-out ». Cette électricité qui est devenue indispensable à chacun, jouant un rôle crucial dans le développement socioéconomique, a poussé les pays à un changement de paradigme dans la gestion de l'énergie électrique. L'interconnexion des réseaux de pays frontaliers fut l'une des stratégies pour sécuriser les réseaux électriques ce qui permet des échanges d'énergie afin de pallier un éventuel manque. Si l'interconnexion est possible pour les pays continentaux, qu'en est-il des îles où l'insularité est problématique ? L'éloignement de la métropole, l'absence d'énergie fossile, l'augmentation de la population, l'impossibilité d'interconnexion, un relief abrupt sont autant de paramètres avec lesquels le système électrique de La Réunion doit composer pour sa stabilité.

Abstract

In the field of electrical energy, there is a technical risk, a latent risk, which can paralyze the economy of a country and the cost which could amount to millions of dollars: the risk of a «blackout». This electricity which has become indispensable to all, which plays a crucial role in socioeconomic development, has pushed countries to a paradigm shift in the management of electrical energy. The interconnection of neighbouring countries was one of the strategies to secure power systems enabling the exchange of energy to compensate for any shortfall. If interconnection is possible for continental countries, what about islands where insularity is problematic? Its remoteness from mainland France, lack of fossil fuels, increasing population, lack of interconnection, rough topography are all parameters that the electrical system of Réunion Island must manage for its stability.

Mots-clés

sécurité, énergie, électricité, interconnexion, réseau, système, insularité, contraintes, île, La Réunion

Keywords

safety, energy, electricity, interconnection, power-grid, system, insularity, constraints, island, Réunion

Serge Benoît

Résumé

Parmi les risques associés à l'industrie minière, les deux principaux, dans le cas des charbonnages, sont constitués par le grisou et les poussières. Découvert en Grande-Bretagne dès le début du XIX^e siècle, et reconnu par les milieux scientifiques, ce deuxième type de risque, comme distinct du premier, fut identifié en France à partir des années 1850, mais comme ayant été moins fréquemment à l'origine d'accidents qu'outre-Manche. Lorsque les pouvoirs publics français se préoccupèrent, à partir des années 1870-1880, de promouvoir des mesures de sécurité minière, la question des poussières fut envisagée comme une annexe de celle du grisou, à propos de laquelle des mesures efficaces avaient été adoptées à la suite de recherches approfondies. Mais les autorités de tutelle – le Corps des Mines – considérèrent que les poussières n'étaient réellement dangereuses qu'en présence de grisou, et ne pouvaient provoquer seules que des explosions localisées, tout en admettant qu'elles pouvaient amplifier une explosion due à ce gaz. Un vif débat, de portée internationale, se développa à partir des années 1880-1890, dans lequel les ingénieurs d'État français, avec à leur tête de grands savants tels qu'Henry Le Chatelier, s'opposèrent résolument à ceux qui, parmi les ingénieurs civils et certaines sociétés savantes, soutenaient l'idée d'un risque à part entière des poussières, en sous-estimèrent la dangerosité propre et ne virent pas l'utilité de prendre contre celui-ci des mesures spécifiques, contrairement à leurs collègues de certains pays étrangers. C'est seulement à la suite de la terrible catastrophe de Courrières, survenue le 10 mars 1906, et qui fit 1 099 morts, et encore plusieurs années après, que le Corps des Mines reconnut sa tragique erreur, et que des dispositions réglementaires prirent désormais pleinement en compte le risque des poussières au même titre que celui du grisou.

Abstract

In collieries, the main mining risks are explosions of both firedamp and coal-dust. Discovered and recognized by scientific circles in Great Britain as early as the very beginning of the 19th century, the second of those risks was identified in France in the 1850s where it had supposedly caused less frequent accidents than across the Channel. When French authorities showed a special concern to set up measures for improving mining safety, the question of dust was merely taken as a subsidiary one to firedamp, for which efficient measures had been taken after some detailed research. But in the opinion of the Corps des Mines, which was in charge of the official control upon mines, coal-dust was dangerous only when it was linked to firedamp and could by itself cause but confined blasts, though it was admitted that dust could amplify explosions due to this gas. From the 1890s onwards, a wide international controversy arose, in which the French State's engineers, led by great

scientists such as Henry Le Chatelier, were stubbornly opposed to those - among whom some civil engineers and some learned societies - who supported the idea that coal-dust was a specific risk as a whole. Unlike their colleagues in some foreign countries they failed to perceive its own dangerousness and the usefulness of preventive measures. Only after the tremendous disaster of Courrières (March 10th 1906), in which 1099 miners were killed, did the Corps des Mines recognize its tragic error. Regulations were implemented which included the risks both of firedamp and coal-dust.

Mots-clés

charbonnages, grisou, poussières, sécurité, prévention, réglementation, Corps des Mines, Courrières, XIX^e-XX^e siècles

Keywords

collieries, firedamp, coal-dust, safety, prevention, regulations, Corps des Mines, Courrières, 19th-20th centuries

Cyrille Foasso

Résumé

L'approche de l'histoire des techniques par la sécurité des objets et systèmes techniques ouvre de nouvelles pistes d'investigation sur les liens entre technique et société. Les ingénieurs et scientifiques qui développèrent l'énergie nucléaire eurent l'ambition de rompre avec les modes de développements industriels passés où les progrès furent souvent initiés par les accidents. Malgré les efforts considérables consacrés à la sécurité, le niveau de sûreté sans précédent de cette énergie fut, dans ce domaine aussi, atteint grâce aux enseignements tirés des incidents et accidents. L'article invite à une attitude plus modeste des scientifiques, ingénieurs et autres experts, en particulier dans leur relation à l'opinion à propos des technologies à risque.

Abstract

Safety in the history of technology opens new areas of investigation on the links between technology and society. Most technologies of the past progressed thanks to accidents. The engineers and scientists who developed the nuclear power industry had the ambition to break this rule. Despite considerable efforts devoted to safety philosophy and safety measures, nuclear power also progressed thanks to the lessons learned through incidents or accidents. This paper invites engineers, scientists and experts to have a more modest attitude, in particular in their relation to public opinion as regards risk technologies.

Mots-clés

énergie, nucléaire, risque, sûreté, expertise, CEA, EDF, Windscale, Three Mile Island

Keywords

energy, nuclear power, nuclear, risk, safety, expertise, CEA, EDF, Windscale, Three Mile Island

Robert Edgard Ndong et Stéphane William Mehyong

Résumé

Commencée dans les années 1950, une vingtaine d'années après celle des principaux centres urbains, l'électrification des centres de brousse de l'Afrique équatoriale française (AEF) trouve son origine dans le Plan de modernisation des Territoires d'Outre-Mer (TOM), élaboré en 1946. De la centaine des centres de brousse officiellement répertoriés, seuls douze sont étudiés en vue d'une électrification. Au final, cinq seulement font l'objet de décision d'exécution de travaux. Le bilan de l'électrification des centres de brousse de l'AEF est manifestement négligeable. Cela procède de la conjonction de facteurs d'ordres économique, financier, politique, social et technique. Cet état de chose induit le développement de la microélectrification dans sa forme la plus simple. Les équipements sont simplifiés, minorés et standardisés. Ces traits caractéristiques des équipements de centres de brousse visent à amoindrir considérablement les coûts d'installation et d'exploitation, les adapter aux très faibles consommations et rentabiliser absolument les investissements consentis.

Abstract

The electrification of bush centres in French Equatorial Africa started in the fifties, about twenty years after that of the principal urban centres. It finds its origin in the Modernization Plan of overseas territories, set up in 1946. A hundred bush centres were officially listed. Only twelve were studied for electrification. Eventually, for only five of them a decision was taken to start work. The outcome of the electrification of bush centres in French Equatorial Africa is obviously negligible. It results from the conjunction of factors of an economic, financial, political, social and technical nature. This state of affair induced the development of micro electrification in its simplest form. The equipment is simplified, undervalued and standardized. The characteristic feature of the equipment of bush centres is that it is aimed at considerably reducing the costs of installation and exploitation, to adapt them to very low fuel consumption and to make the authorized investments absolutely profitable.

Mots-clés

Afrique équatoriale française, centres de brousse, centres secondaires, centres ruraux, microélectrification, financement, exploitation, équipements électriques

Keywords

French Equatorial Africa, bush centres, secondary centres, rural centres, micro electrification, financing, exploitation, electrical components

Stéphane Kronenberger

Résumé

L'arrivée, en 1916, dans le Nord Franche-Comté de réfugiés alsaciens originaires de la vallée de la Largue, à la suite de bombardements allemands, s'est effectuée précipitamment et sans concertation entre les autorités militaires et civiles. Ce déplacement de quelques dizaines de kilomètres a constitué un véritable exil, car ces personnes se sont retrouvées cantonnées dans de petits villages, entravées dans leurs déplacements et en proie à une certaine suspicion de la part des autochtones, que la différence de langue et de religion n'a fait qu'exacerber. Dans le même temps a été menée, par les autorités à destination des enfants et de leurs parents, une habile entreprise de propagande dans le but de préparer le retour de l'Alsace dans le giron français. Le travail des Alsaciens dans les usines travaillant pour la Défense nationale, en incluant leur transfert vers des espaces plus urbanisés, a solutionné les problèmes de cohabitation, tout en donnant corps à leur participation à l'effort de guerre français.

Abstract

The arrival in northern Franche-Comté, in 1916, of Alsatian refugees from the Largue Valley following German bombing raids took place in great haste and with no coordination between military and civilian authorities. This displacement of a few dozen kilometres was experienced as a true exile, for the people found themselves confined in small villages, with restricted freedom of movement. They were also the object of a certain degree of suspicion from local inhabitants, exacerbated by both religion and language differences. At the same time the authorities undertook an effective propaganda campaign targeting children and their parents alike and preparing them for the return of Alsace to France. Cohabitation problems were solved with the transfer of the Alsatians to urban areas to work in factories for the National Defense, which also reinforced their participation in the French war effort.

Mots-clés

Franche-Comté, Première Guerre mondiale, immigration, réfugiés, Alsaciens-Lorrains, industrie de guerre

Keywords

Franche-Comté, First World War, immigration, refugees, Alsaciens-Lorrains, war industry

Francis Péroz

Résumé

Né à Saint-Amour (Jura) à la fin du XIX^e siècle, Ferdinand Fillod est d'abord un artisan chaudronnier. Il utilise son inventivité pour construire des bâtiments faits de panneaux acier. Il produit ces édifices préfabriqués en association avec la famille de Wendel, sidérurgistes lorrains, dans l'usine de Florange. Sa gamme de production est très variée : maisons, collèges, constructions modulaires pour des chantiers et les bases polaires françaises et aussi l'église Sainte-Barbe de Crusnes (Moselle). La production cesse en 1986 avec la fermeture de l'entreprise.

Abstract

Born in the city of Saint-Amour (Jura) at the end of the XIX^e century, Ferdinand Fillod was a self-employed boilermaker. He used his inventiveness to make buildings by assembling prefabricated steel panels. He worked in association with the Wendel family, Lorraine steelmakers, in the factory of Florange. The output was varied: houses, secondary schools, modular houses for building sites and French polar bases and also the church of Sainte-Barbe at Crusnes (Moselle).

Mots-clés

Ferdinand Fillod, construction métallique, panneau en acier, famille de Wendel, éléments préfabriqués, construction modulaire, Saint-Amour (Jura), Florange (Moselle)

Keywords

Ferdinand Fillod, metallic buildings, prefabricated panels, Wendel family, modular building, Saint-Amour (Jura), Florange (Moselle), prefabricated element

Présentation des auteurs

Serge Benoît

Ancien élève de l'École normale supérieure, rue d'Ulm, agrégé d'histoire, maître de conférences d'histoire moderne et contemporaine à l'Université d'Évry Val d'Essonne. Thèse de doctorat de l'Université d'Évry, intitulée : *La modernité de la tradition. Le rôle des énergies renouvelables classiques – l'eau et le bois – dans la voie française de l'industrialisation, c. 1780-c. 1880*, sous la direction de Jean-Louis Loubet, 2006.

Cyrille Foasso

Ingénieur, docteur en histoire contemporaine de l'Université Lyon II, responsable de collection au Musée des arts et métiers – Conservatoire national des arts et métiers (Paris).

Stéphane Kronenberger

Doctorant, Centre de la Méditerranée moderne et contemporaine (CMMC). Université de Nice-Sophia Antipolis.

Patrice Louiso

Enseignant génie électrique (académie de La Réunion), masterant en histoire des techniques sous la direction d'Anne-Françoise Garçon, Centre d'histoire des techniques, CH2ST/EA127, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Stéphane William Mehyong

Docteur en histoire de l'Université Michel de Montaigne – Bordeaux 3. Chercheur à l'Institut de recherche en sciences humaines (IRSH), Libreville (Gabon).

Robert Edgard Ndong

Docteur en histoire de l'Université Lumière – Lyon 2. Chercheur associé au Laboratoire de recherche historique Rhône-Alpes (LARHRA) - UMR 5190, Université Lumière Lyon 2.

Pierre Périlhon

Ancien ingénieur de sécurité-sûreté au CEA (Commissariat à l'énergie atomique).

Francis Péroz

Professeur au lycée Courbet de Belfort, chercheur associé au laboratoire RECITS.

Benjamin Ravier-Mazzocco

Doctorant contractuel en histoire des techniques sous la direction d'Anne-Françoise Garçon, Centre d'histoire des techniques, CH2ST/EA 127, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

Table des matières

Comité de lecture	7
Partie I	11
Benjamin Ravier-Mazzocco Le risque technique au regard de l’histoire des cultures techniques : un champ encore ouvert	13
Pierre Périlhon La gestion des risques techniques et la culture de sécurité : point de vue d’un professionnel	19
Patrice Louiso Risques techniques en milieu insulaire, exemple du système électrique de La Réunion	47
Serge Benoît Un risque minier majeur longtemps sous-estimé en France : les poussières de charbon	59
Cyrille Foasso Du rôle des accidents :gestion du risque dans le nucléaire civil (1945-1980)	81
Partie II	93
Robert Edgard Ndong et Stéphane William Mehyong La complexité de l’électrification des centres de brousse en Afrique équatoriale française (AEF) : l’émergence d’une forme particulière de la microélectrification dans les années 1950	95

Stéphane Kronenberger

S'exiler aux portes de l'Alsace. Les réfugiés de la vallée de la Largue dans le Nord Franche-Comté (1916-1919) 117

Francis Péroz

Ferdinand Fillod, le rêve de l'habitat métallique 135

Résumés 149

Présentation des auteurs 159

Crédits photographiques :

p. 52 : EDF Réunion, Bilan 2009 & Perspectives 2010 pour le système électrique réunionnais, p. 8, 2010

p.118 : Coll. Archives municipales de Montbéliard, Fonds Julien Mauveaux, (21S6)

p. 135 : Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993

p.137 : Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993

p.138 : Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993

p. 142 : Photo Francis Péroz, crédits personnels

p. 143 : Photo Francis Péroz, crédits personnels

p. 143 : Photo Yves Sancey © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, ADAGP, 1993

Tous les ayants droit n'ayant pu être identifiés, leurs droits seront réservés.

Université de technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM)
Site de Sevenans - 90010 Belfort cedex
Tél. +33 (0)3 84 58 30 00

Directeur de publication :
Pascal Brochet
(Directeur de l'UTBM)

Coordinateur de la publication :
Paul Arthaud - paul.arthaud@utbm.fr

Maquettage texte :
Atelier Gaia, Élisabeth Fuhrer - fuhrer.elisabeth@orange.fr

Pour connaître les publications
du Pôle éditorial multimédia
de l'université de technologie de Belfort-Montbéliard (UTBM)

voir le catalogue et les nouveautés sur le site UTBM :

<https://www.utbm.fr/editions/>

Cahiers de RECITS (revue)

Les Cahiers de RECITS ont pour vocation de valoriser les recherches des membres du laboratoire éponyme mais aussi d'accueillir les contributions des chercheurs extérieurs sur les thématiques de l'histoire de la technique et de l'industrie, de l'économie, de la gestion et plus généralement de toute science humaine qui vise à appréhender le phénomène technologique dans l'ensemble de ses dimensions synchroniques et diachroniques en le resituant dans sa complexité et sa contextualité.

The journal of RECITS

The purpose of the journal of RECITS is to promote research work carried out by the members of the eponymous research team. It also receives the contributions of non-member researchers working on the themes of the history of technology and industry, of economy, of management and more generally of any human science which aims to comprehend the technology phenomenon in its synchronic and diachronic dimensions by placing it in its complexity and contextuality.

<http://recits.utbm.fr>

Cahiers de RECITS n° 1 (2000-2001)

Le numéro Un des « Cahiers de RECITS » présente les activités 2001/2002 du Laboratoire :

- Communications du séminaire « Acteurs et logiques du territoire » ;
- Activités de recherche du Laboratoire ;
- Travaux de recherche des membres de la Jeune Équipe.

La revue Cahiers de RECITS n° 1 (2000-2001) est disponible gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

Cahiers de RECITS n° 2 (2002-2003)

Ce numéro comporte :

- Les communications du séminaire « Guerre, transport et industrie » tenu à Sevenans ;
- Les activités de recherche du laboratoire RECITS.

La revue Cahiers de RECITS n° 2 (2002-2003) est disponible gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

☐ Cahiers de RECITS n° 3 (2004)

Ce numéro est constitué de trois ensembles :

- ▮ les communications du séminaire « Aux frontières du brevet » ;
- ▮ divers articles sur les choix technologiques, les stratégies d'innovation et les politiques informationnelles ;
- ▮ les travaux des membres du laboratoire RECITS.

La revue Cahiers de RECITS n° 3 (2004) est disponible gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

☐ Cahiers de RECITS n° 4 (2006)

Ce numéro est constitué de trois ensembles :

- ▮ Art et technique (Lion de Belfort ; Nicolas Schöffler ; l'enfance dans la publicité) ;
- ▮ Travail et travailleurs (automobile ; Belfort ; Mulhouse ; Suisse) ;
- ▮ Production et société (entreprises ; STO ; contrats de travail ; Bulgarie).

La revue Cahiers de RECITS n° 4 (2006) est disponible gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

Cahiers de RECITS n° 5 (2007)

Ce numéro est constitué de cinq ensembles :

- Mémoire et histoire (F. Jequier) ;
- Entreprise en Franche-Comté (Alstom ; Peugeot ; Houillères de Ronchamp ; etc.) ;
- Création ; invention ; diffusion (brevetabilité, créativité) ;
- Capital humain : formation, entretien et déformation (deux révolutions des corps : Belfort et Mulhouse ; formations en chimie appliquée ; restructurations de l'emploi) ;
- Cinéma et histoire : Villes et liberté.

La revue Cahiers de RECITS n° 5 (2007) est disponible gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

Cahiers de RECITS n° 6 (2008)

Ce numéro est constitué de quatre ensembles :

- Pratiques et culture de l'ingénieur ;
- Technologie et concurrence industrielle ;
- Anthropologie historique de la révolution industrielle ;
- Varia.

La revue Cahiers de RECITS n° 6 (2008) est disponible gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

Cahiers de RECITS n° 7 (2010)

Ce numéro est constitué de cinq ensembles :

- Culture et formation technique ;
- Politiques de la mine ;
- Techniques maritimes ;
- Cinéma : Figures de l'ouvrier ;
- Varia.

La revue Cahiers de RECITS n° 7 (2010) est disponible
gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

Cahiers de RECITS n° 8 (2011)

Ce numéro est constitué de deux ensembles :

- Perception et gestion du risque technique ;
- Varia.

La revue Cahiers de RECITS n° 8 (2011) est disponible
gratuitement sur <http://pem.utbm.fr>

Achévé d'imprimer
en juin 2012
par Bialec - Nancy

Instructions aux contributeurs

Procédure de soumission

Les manuscrits seront adressés à la rédaction (laurent.heyberger@utbm.fr) avec :

- a) les coordonnées complètes de leurs auteurs (adresse, courriel et téléphone) ;
- b) leurs fonctions ;
- c) leur institution de rattachement ;
- d) un résumé (200 mots maximum) accompagné de sa traduction en anglais ;
- e) dix mots clés maximum (français et anglais).

Le nombre maximal de caractères est de 40 000 (espaces comprises).

Pour chaque ouvrage cité, la bibliographie devra inclure nom et prénom de l'auteur, titre, lieu de l'édition, éditeur, date d'édition.

Pour chaque référence citée, la bibliographie, en note de bas de page, devra suivre les normes suivantes sur le fond et sur la forme (respect de la casse, de la ponctuation, etc.) :

1) Ouvrage :

Première occurrence :

PIKETTY Thomas, *Les hauts revenus en France au xx^e siècle. Inégalités et redistributions, 1901-1998*, Paris, Grasset, 2001, 807 p.

Occurrences suivantes :

Piketty Thomas, *Les hauts revenus...*, *op. cit.*, p. 66.

2) Article :

Première occurrence :

ROSENBERG Nathan et TRAJTENBERG Manuel, « A General-Purpose Technology at Work: The Corliss Steam Engine in the Late-Nineteenth-Century United States », *Journal of Economic History*, 64, mars 2004, 1, p. 61-99.

Occurrences suivantes :

Rosenberg Nathan et Trajtenberg Manuel, « A General-Purpose... », *loc. cit.*, p. 63.

3) Chapitre dans ouvrage collectif :

Première occurrence :

SCHMALTZ Florian, « Otto Bickenbach et la recherche biomédicale sur les gaz de combat à la Reichsuniversität Strassburg et au camp de concentration du Struthof-Natzweiler », BONAH Ch., DANION-GRILLIAT A., OLFF-NATHAN J. *et alii* (dir.), *Nazisme, science et médecine*, Paris, Éditions Glyphes, coll. « Société, histoire et médecine », 2006, p. 141-165.

Occurrences suivantes :

Schmaltz Florian, « Otto Bickenbach... », *loc. cit.*, p. 163.

Si le texte comprend des documents à reproduire tels que tableaux, graphiques, images, etc., l'auteur veillera à signaler l'emplacement désiré pour chacun d'eux et à leur appel dans le texte ainsi qu'à la mention systématique des titres, légendes et sources.

Illustrations :

Les graphiques, images et cartes doivent être transmis séparément au format .jpg ou .tif (300 DPI de préférence). Tout autre document remis sous forme de papier doit être un original prêt à la reproduction et exempt de toute souillure ou de collage.

Les graphiques seront fournis accompagnés du tableau Excel d'origine.

Les images photographiques sont traitées de préférence à partir de positifs (tirage brillant) bien contrastés.

La taille maximale des éléments graphiques est de 13,2 x 18 cm.

Texte :

Les textes seront fournis au format .doc ou .rtf, police de caractères Times New Roman ou Times de corps 12 justifié. Utiliser un interlignage de 1,5 cm et séparer chaque paragraphe par un saut de ligne sans retrait.

Réserver les italiques aux termes étrangers et textes étrangers. Mettre entre guillemets les citations. Ne pas souligner de mots ni écrire en majuscules.

Ne pas dépasser trois niveaux de titre, numéroter les titres et les aligner à gauche :

- titres de niveau 1 (1. 2. 3. ...) : en Times New Roman ou Time 14, gras ;
- titres de niveau 2 (1.1. 1.2. 1.3. ...) : en Times New Roman ou Times 13, gras ;
- titres de niveau 3 (1.1.1. 1.1.2. 1.1.3. ...) : en Times New Roman ou Times 13, non gras.

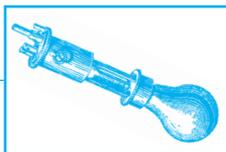
Droits d'auteur :

L'auteur s'engage à fournir une contribution originale.

Si l'auteur utilise un document ayant déjà paru dans une autre publication, il fournira les droits de reproduction ainsi que les éventuelles mentions à indiquer.

Cahiers de RECITS

N° 8 - 2011



*Perception et gestion
du risque technique*



Varia

 **RECITS**
Recherches et Études sur le Changement Industriel,
Technologique et Sociétal

 **utbm**
pôle éditorial multimédia

ISBN 978-2-914279-64-2



14 €