

SEMINAIRE VIE DES AFFAIRES

Séance du 8 mars 1991 (2^e séance)

LES REPRESENTATIONS ET LE REEL DANS LA VIE ECONOMIQUE

(Le compte rendu a été rédigé par Michel Berry)

Etaient présents: M. Berry (CRG), F. Charbit (Thomson), P. L. Dahan (Merlin Gerin), P. Fridenson (EHESS), G. Y. Kervern (UAP), G. Maugis (PPG), M. Matheu (Annales des mines), C. Riveline (Ecole des mines), F. Tannery (PROMETHEE), G. van Wijk (ESSEC), M. Villette (Sup de Co Paris), T. Weil (Ecole des mines).

Bref aperçu de la réunion

Une bombe atomique explosant à très haute altitude au dessus de l'Atlantique nord pourrait, sans conséquences majeures pour les populations, anéantir les défenses militaires et paralyser la vie civile des pays à technologie avancée de l'Europe de l'ouest pendant que les autres (URSS compris) seraient indemnes. Ce scénario catastrophe, non invraisemblable mais pas certain, a agité il y a une dizaine d'années - replaçons nous dans le contexte géopolitique de l'époque - les états majors des pays concernés et a été à l'origine d'une illusion, celle de l'apparition d'un des plus grands marchés du siècle.

La réaction des différents acteurs face à cette opportunité nouvelle, la manière ambiguë dont les perspectives de ce marché se sont, par la suite, variées illustrent les rôles des représentations, des conventions et de la "réalité" dans la vie économique.

Pour tout commentaire ou demande d'information contacter les animateurs du séminaire:

Michel BERRY
Directeur du Centre de Recherche
en Gestion de l'Ecole polytechnique

Jean-Marc OURY
Directeur de la Compagnie Générale des Eaux

1 rue Descartes 75 005 Paris Secrétariat tél: 46 34 34 38 52 rue d'Anjou 75 008 Paris

Tous les ingrédients d'un bon roman d'espionnage sont réunis: des savants, des militaires, de l'argent, beaucoup d'argent.....

Dans l'Affaire Tournesol, l'invention d'un doux savant au service de gens mal intentionnés menaçait la paix du monde par sa capacité à détruire à distance des villes entières¹. Par analogie, Pierre Louis Dahan raconte une histoire à laquelle il a été mêlé. Dans le cas présent, ce ne sont pas les villes qui sont menacées mais les circuits électroniques et, par là, les défenses militaires et l'organisation de la vie civile des pays les plus avancés.

Face à cette menace, un grand marché s'est ouvert. Pour les industriels de l'armement d'abord, mais aussi - devant l'importance de la menace - pour des industriels n'intervenant pas usuellement sur les marchés militaires.

Dans un second temps, une fois le danger estimé écarté - Comment ? Pourquoi ? - les perspectives de ce marché se sont effondrées.

Cette séance du séminaire a été principalement consacrée à mettre en relief le rapport entre les représentations et le réel dans la vie économique.

EXPERIENCES ETRANGES ET PETITE LECON DE PHYSIQUE

P. L. Dahan commence son exposé par des expériences et un petit cours de physique à la portée de tout bachelier.

L'ordinateur ventriloque.

Il évoque d'abord un souvenir: il y a une vingtaine d'années, dans la salle actuelle du séminaire "Vie des affaires", des polytechniciens s'affairaient autour d'un ordinateur pour jouer à un jeu très excitant : un récepteur radio placé à proximité émettait des sons lorsque l'ordinateur fonctionnait. Les élèves avaient repéré qu'en faisant effectuer à l'ordinateur certains calculs, ils arrivaient à capter un "la" dans la radio. Après de fiévreuses nuits de programmation, ils ont réussi à reproduire la gamme, puis à faire jouer une partition de Bach. Pour ce faire, ils tiraient parti d'un phénomène parasite au sein de l'ordinateur : chaque opération de calcul effectuée se traduisait en impulsions électriques très brèves que le récepteur placé dans le voisinage interprétait comme une émission de fréquence équivalente; de la sorte, une succession d'opérations ayant peu de sens algébrique avait permis d'obtenir des sons parfaitement cohérents sur la radio.

Une fois dompté le principe, le couple ordinateur-récepteur radio constituait un instrument de musique de qualité. Pourtant son fonctionnement reposait sur un phénomène de type parasite; la preuve en est qu'après une panne de l'ordinateur, le technicien de maintenance changea les composants défectueux et permit de retrouver un fonctionnement normal de l'ordinateur, qui toutefois se mit à jouer faux.

Tout appareil électronique, en plus de ses fonctions normales se comporte en émetteur et en récepteur. Après cet exemple d'ordinateur émetteur, l'exposé s'est focalisé sur le comportement récepteur des équipements électroniques.

Le talkie-walkie ravageur.

P. L. Dahan présente alors quelques expériences réalisées avec un banal talkie-walkie acheté à Taïwan, "une arme au potentiel terroriste méconnu", selon son expression.

En approchant le talkie-walkie d'un clignotant électronique, ce dernier se ralentit puis s'arrête. En l'éloignant, le clignotant se remet en marche. En approchant le talkie-walkie du rétro-projecteur, celui-ci s'éteint : un disjoncteur différentiel malicieusement installé par P. L. Dahan en amont du rétro-projecteur a disjoncté.

Le talkie-walkie, par son rayonnement, perturbe le fonctionnement normal d'un circuit aussi simple que celui du clignotant et fait déclencher le disjoncteur. On comprend les ravages que peut faire un émetteur plus puissant que le gadget avec lequel P. L. Dahan fait l'expérience: jouer avec de tels émetteurs dans un Airbus A320 dont toutes les commandes d'ailerons sont électroniques et qui comporte plusieurs centaines de disjoncteurs pourrait

¹"L'affaire Tournesol", Hergé, Ed. Casterman, 1956

avoir de graves conséquences, particulièrement en phase de décollage ou d'atterrissage. Air-Inter stipule d'ailleurs sur ses nouveaux horaires l'interdiction d'utiliser les téléphones portables dans les avions; Alitalia étend cette interdiction à l'usage des ordinateurs portables et des lecteurs de compact disques.

D'autres expériences spectaculaires, toujours avec ce simple talkie-walkie étaient possibles: bloquer le fonctionnement d'un ordinateur d'une certaine marque, détériorer un autre jusqu'à voir se dégager une fumée acre.... mais le séminaire n'avait pas un budget suffisant pour sacrifier un ordinateur. Un participant rappelle aussi qu'on a interdit l'usage des talkie-walkies dans les centrales nucléaires: ils perturbaient les dispositifs électroniques de commande et de contrôle.

De la résonance.

Il était temps d'expliquer ces phénomènes.

Tout appareil électronique comprend des circuits RLC (boucle fermée comportant résistance, condensateur et self), et à chacune de ces boucles RLC correspond une fréquence de résonance. Le cuivre de la carte électronique faisant antenne, une émission radioélectrique effectuée sur une bande correspondant à l'une de ces fréquences de résonance, suscitera la circulation dans la boucle concernée d'une énergie complémentaire pouvant atteindre des valeurs très importantes. C'est cette énergie parasite qui perturbera le fonctionnement du circuit, voire le détruira. Un schéma électronique comporte des centaines de boucles RLC, ainsi que des dizaines de circuits intégrés qui chacun comprend des milliers de telles boucles. Ainsi donc chaque carte électronique est-elle susceptible d'être perturbée par des milliers de fréquences correspondant à la valeur de résonance de chacune de ces boucles. Un talkie-walkie de médiocre qualité, c'est à dire "crachant" dans un large spectre de fréquence aura alors toutes chances de perturber un matériel électronique qui serait dans son rayon de portée.

Cela dit, au quotidien, les risques de perturbation liés à ces phénomènes restent limités car les énergies nécessaires pour créer une perturbation significative correspondent à des champs d'une intensité telle qu'on ne les trouve qu'entre les lames de certains condensateurs, ou encore à proximité immédiate d'émetteurs très puissants. Il est ainsi connu qu'au voisinage de la Tour Eiffel, de nombreux matériels électroniques ont des fonctionnements fortement perturbés sans qu'il soit facile d'y remédier.

"Et les cages de Faraday?" demande quelqu'un qui garde à l'esprit ses cours de terminale. "Très juste", répond P. L. Dahan: en entourant un circuit d'un grillage branché à la terre, on le protège de l'intrusion d'ondes destructrices. Mais, seules les ondes de longueur supérieure à la maille du grillage sont arrêtées. Une longueur d'onde très courte passera à travers les mailles. "Et si on met un boitage en fer?" demande le même.

"Excellent !mais seulement jusqu'à certaines fréquences. Vous en savez assez maintenant pour aborder le coeur du sujet".

SCENARIO CATASTROPHE.

Au début des années 80, une communication au cours d'un congrès d'astrophysique aura un retentissement inattendu auprès des militaires: en voulant illustrer son propos concernant les ceintures de Van Allen - ceintures magnétiques placées à une dizaine de kilomètres au dessus de nos têtes - l'astrophysicien émit durant son l'exposé l'hypothèse que ces ceintures pouvaient créer un effet condensateur avec la surface de la terre si l'on disposait d'une énergie suffisante pour activer la réaction, par exemple en faisant exploser une bombe atomique au dessus des dites ceintures.

On comprend l'inquiétude des auditeurs qui découvraient que la partie située entre les ceintures et le sol se trouvant alors entre les lames d'un gigantesque condensateur serait le siège d'un champ électromagnétique intense. Les militaires ont effectué de nombreuses analyses, jusqu'à ce qu'un calcul théorique mette en évidence que le front de l'onde aurait une telle intensité que tous les circuits électroniques seraient détruits dans un rayon important. Important, qu'est-ce que cela signifie ? S'agit-il de kilomètres ou de centaines de kilomètres? Difficile à déterminer !

D'où un scénario catastrophe, un scénario de politique-fiction aux accents des plus réalistes. Imaginez: en période de crise internationale larvée, une bombe atomique explose à haute altitude au dessus de l'Atlantique Nord, c'est à dire en zone neutre - aucune agression caractérisée, ce peut même être un "accident" de satellite -. L'onde détruit instantanément tous les circuits électroniques de l'Europe de l'Ouest qui n'a plus de missiles, de radars, d'informatique, d'électricité, de téléphone (même sur les circuits militaires); les transports ne marchent plus, ni les matériels modernes des pompiers; les hôpitaux ne peuvent fonctionner, ni les banques. Bref, tous les moyens militaires sont anéantis et la vie civile paralysée. Pendant ce temps, les pays à technologie "attardée" sont intacts. Ce qui serait le cas des pays en voie de développement et de ... l'URSS, dont une part substantielle des armements est restée au stade de la bonne vieille électronique à lampes, insensible à ce type d'onde.

On imagine l'angoisse des responsables face à un tel scénario: un risque tellement énorme qu'il est difficile de l'ignorer; et tellement plausible ! Il ne s'agit, certes, que d'un calcul théorique mais c'est là que réside l'intérêt de cette histoire, le phénomène ne peut être vérifié: il faudrait faire éclater une bombe pour être sûr. Toutefois, on s'est souvenu de phénomènes étranges comme cette coupure de courant dans toute une ville US à des centaines de kilomètres du lieu d'un essai atomique....des présomptions qui confortent les pessimistes, mais rien de sûr.

On a aujourd'hui acquis une idée plus précise: la puissance nécessaire de la bombe, la portée du phénomène, la proportion de circuits détruits, etc. Mais ceci est couvert par le secret militaire. Les éléments présentés lors de la discussion sont, eux, du domaine public.

LE DURCISSEMENT DES CIRCUITS

La réaction s'est très vite organisée dans les pays occidentaux. Elle a consisté à trouver des réponses techniques, à en financer le coût et à organiser l'intervention des industriels.

La parade au plan technique a consisté à mettre au point des circuits capables de résister à l'énergie développée, c'est ce qui a été dénommé le "durcissement des circuits". Les coûts de ces techniques sont élevés, ainsi à titre d'exemple, on fut conduit à fabriquer les substrats de circuits intégrés à partir de poudre de saphir au lieu de silicium (c'est à dire de sable).

Les solutions mises en place se sont avérées très onéreuses, menant à des coûts multipliés par plus d'un facteur 10. Ceci n'est pas dirimant pour les matériels militaires futurs car l'électronique ne représente qu'une faible partie du coût total. Mais il fallait prévoir des budgets importants pour durcir les armes existantes. Quant aux matériels civils, il était impensable de les protéger tous.

Un ordre de priorités a été défini:

- les P. C. de commandement (Taverny, ...);
- les communications entre l'Elysée et les P. C.;
- les têtes de missiles;
- les armements offensifs, défensifs;
- un certain nombre d'installations militaires (fallait-il durcir le nouveau porte-avion?);

Que fallait-il faire pour les installations civiles? Il a été opté dans un premier temps pour un scénario de protection de toutes les installations "sensibles", telles les installations nucléaires, ainsi que de 10 % des réseaux (Télécom, EDF, SNCF, etc.). Ceci ouvrait un marché extraordinaire, le marché du siècle même pour nombre d'industriels.

Les industriels de l'armement ont pu se déployer très vite. Mais ils ne pouvaient faire face à eux seuls à l'ampleur des besoins. C'est pourquoi des industriels extérieurs au complexe militaro-industriel ont été sollicités.

LA CONSTRUCTION D'UN CADRE DE COOPERATION.

Mais, après avoir choisi les opérateurs, il restait à organiser la gestion de la connaissance, tout en préservant les secrets militaires, à codifier l'accès aux composants pour éviter une prolifération, à organiser la relation commerciale entre les différents intervenants.

Coopérer sans divulguer les secrets

La compétence militaire est couverte par le secret défense. Mais comment travailler avec des industriels civils sans rien leur dire?

Pour la formation, la réponse a consisté à faire réaliser des stages à destination des ingénieurs et techniciens, auxquels ne pouvaient s'inscrire que des personnels d'entreprises ayant déjà un marché de durcissement. Mais pour avoir un marché, il faut être compétent et pour être compétent il faut déjà avoir eu un marché. De même, la règle fut choisie de ne donner les composants durcis qu'à ceux qui avaient déjà un marché. Mais pour avoir un marché il faut répondre à des appels d'offres, pour répondre il faut proposer un prix et donc connaître les caractéristiques de ces composants, or on ne dispose pas de ces informations tant qu'on n'a pas été jugé apte à recevoir des composants.

En temps normal, ce genre de cercle vicieux est fatal pour les outsiders d'un système industriel. Mais la crainte qui régnait alors aida à surmonter ces d'obstacles: le cercle vicieux a pu même devenir vertueux .

Scénario de référence et élaboration de normes

Les autorités ont élaboré un scénario de référence. Il retient des hypothèses sur la puissance de l'explosion, sa nature, les impulsions engendrées, son rayon d'action (10 Km? une ville? l'Europe entière?). Scénario secret, bâti sur une hypothèse difficilement vérifiable.

L'exercice est-il vain? Non, car la spécification de ce scénario de référence a permis d'émettre des normes et de rédiger des cahiers des charges, qui ont ensuite permis de lancer des appels d'offres et de signer des marchés: on pouvait dire par exemple à un industriel que son système devait résister à telle impulsion standard.

Comme dans le nucléaire (définition de "l'accident maximum admissible") l'explicitation d'un scénario de référence est un élément décisif de l'activité industrielle. Non pas parce que le scénario est le reflet exact de ce qui peut se produire mais parce que la définition d'une représentation formelle homologuée permet de bâtir un cadre de régulation entre les acteurs.

1989: la menace de la paix.

Le système militaro-industriel a bien fonctionné: dans tous les pays, les conseils interministériels et les réunions budgétaires se sont succédés pour organiser la parade. On a ainsi durci la plupart des installations militaires; les armes du futur seront régies par les normes nouvelles.

Mais les Soviétiques ont détruit en 1989 le grand marché du durcissement civil. Après la chute du mur de Berlin, les risques militaires ont été en effet revus en baisse: le risque d'explosion au dessus de nos têtes a paru beaucoup moins grand. Pour la protection des installations civiles, les civils souhaitaient que les militaires payent mais les militaires, qui ont rencontré eux mêmes des problèmes budgétaires avec la baisse de la menace, ont estimé que les civils devaient payer. On a alors cherché à se protéger à moindres frais: avoir des équipements en double et des mémoires rangées dans des armoires blindées (donc protégées par l'effet cage de Faraday). Le marché du durcissement n'a pas complètement disparu mais il s'est focalisé sur le monde militaire.

Pourtant le risque n'a pas objectivement disparu: qui peut dire que l'URSS n'aura plus d'intention belliqueuse? Que se passerait-il si un nouveau Saddam-Husseïn se débrouillait pour lancer une bombe au dessus de nos têtes? Plus simplement même, P. L. Dahan indique qu'on peut lire dans la revue de l'Association des Ingénieurs Electriciens la description d'un dispositif électrique rudimentaire permettant de détruire toute l'électronique à 2 Km à la ronde, par exemple les ordinateurs de Wall Street ou l'aéroport de Roissy. Coût de réalisation 1 million de francs environ. La menace n'a donc pas disparu mais la vigilance, un moment entretenue par une menace explicitée et formalisée, s'est assoupie, faute d'une représentation suffisamment partagée des risques qui pèsent sur nos sociétés électroniques.

SCENARIO DE REFERENCE ET NEGOCIATIONS

Les débats suscités par l'exposé ont principalement porté sur le rôle des scénarios de référence pour s'organiser face au risque et les négociations qui président à leur élaboration.

Apprivoiser le risque.

Un membre du séminaire précise le rôle des scénarios d'accident. Lorsqu'on résume un risque à des chiffres (le risque maximum admissible, assorti d'une probabilité très faible par exemple), ceci pousse le plus souvent à rester fataliste. De plus, tant qu'une philosophie n'est pas établie de manière précise, qu'on ne s'accorde pas sur des normes, il y a beaucoup d'affaires à faire pour les industriels. Par contre-coup les donneurs d'ordres sont méfiants, d'autant qu'il s'agit pour eux de modifier des programmations de lourdes dépenses budgétaires. En revanche, après l'émergence d'un scénario de référence faisant consensus, décliné en un ensemble de normes, les négociations prennent un tour différent: on sait ce qu'on commande aux industriels en leur demandant de se conformer à la norme NATO n° xxx, précisée dans un document de 200 pages; de même, ces normes s'imposent aux militaires et aux gouvernements pour modifier les programmations. Bref, on peut travailler sérieusement.

La négociation des scénarios.

Pour un autre participant le scénario de référence est sans doute le principal sujet de négociation face à un risque nouveau. Cette négociation est souvent très longue car il faut tenir compte de points de vue contradictoires: d'un côté la sécurité, de l'autre les conséquences économiques et sociales des mesures induites par les scénarios.

Des forces considérables poussent à tenir compte de l'existant : les scénarios d'accidents standards de l'industrie chimique ont donné lieu à d'homériques négociations pour éviter d'avoir à déplacer des populations. Récemment, après avoir découvert que, pour permettre l'épreuve de bobsleigh des Jeux Olympiques, on allait stocker une quantité d'ammoniaque supérieure à celle tolérée pour l'industrie chimique, on a négocié pour inventer un nouveau scénario: l'ammoniaque à usage de loisirs.

Le scénario qui prendrait le maximum de précautions ne serait pas un bon scénario car inapplicable techniquement, économiquement, socialement et politiquement. Les scénarios relèvent donc la négociation et non simplement de la pure analyse des conséquences intrinsèques d'une découverte. A ce titre, il serait intéressant d'étudier les négociations du scénario de référence évoqué par P. L. Dahan car elles ont entraîné tout le reste.

Normes et lobbies industriels.

De même, la révision à la baisse de la menace a fermé le marché, tout au moins le marché civil. La définition du scénario apparaît donc bien comme cruciale et il serait intéressant de savoir qui était le moteur de la définition du risque et quelles forces ont poussé à cette clôture du marché. Un participant livre une hypothèse: ce scénario a été négocié par les acteurs du complexe militaro-industriel. L'ouverture du marché aux acteurs extérieurs à ce complexe, n'a été possible qu'à l'occasion d'un changement des règles lorsqu'il s'est agi d'intervenir massivement sur les installations civiles. Est-ce que les industriels dans la place n'ont pas poussé à réviser la menace à la baisse, aussi pour maintenir ce marché fermé ?

P. L. Dahan précise que le scénario n'est pas une production seulement française car il a été élaboré entre tous les pays de l'OTAN. On ne peut donc pas le résumer au jeu du complexe militaro-industriel français.

Guerre technologique, guerre psychologique et guerre économique

Un participant rappelle notre ambivalence envers les militaires. On dit d'eux selon les moments qu'ils jouent à la guerre électronique, donnant à la guerre une dimension ludique irréelle, et qu'ils inventent des scénarios fous qui ont pour principal but de justifier leurs

demandes de crédits. Mais on dit aussi que le scénario de la guerre des étoiles est le moyen de protéger l'économie libérale contre le marxisme. Or qu'est-ce en définitive que le scénario de la guerre des étoiles? C'est l'idée d'inventer un bouclier d'un prix tellement élevé que l'ennemi ne pourra se payer le glaive pour le transpercer. Dans ce projet sont ainsi mêlés des considérations techniques et économiques, articulées dans une représentation abstraite du futur: il fallait que la Nation américaine y croie pour le financer et les Soviétiques aussi pour qu'il ait l'effet dissuasif voulu. A ceci près, répond P. L. Dahan, que dans l'escalade chaque fois plus sophistiquée glaive / bouclier, on s'est demandé un moment si il n'existait pas un glaive bon marché capable de percer les plus performants des boucliers, en faisant sauter une seule bombe quelque part dans l'atmosphère.

Ainsi, en créant une menace de toutes pièces, sur une hypothèse physique pas démontrée, on a bouleversé les scénarios envisagés et créé une réponse - le marché du durcissement - pour se protéger d'une menace hypothétique. Un peu comme le marché éphémère du masque à gaz en 1991 à propos de la guerre avec l'Irak.

Ce qui a paru fascinant à P. L. Dahan en tant qu'acteur de ce marché c'est la relation entre les idées qu'on s'est faite du réel et leurs conséquences économiques. Ces scénarios de guerre donnent ainsi un relief particulier à un phénomène toujours présent dans la vie économique, décrit par J. M. Oury : les agents économiques se fondent sur des représentations qui ne sont que périodiquement soumises à un principe de réalité². Ici le principe de réalité ne s'est pas exercé mais les représentations se sont modifiées sous l'effet de divers facteurs subjectifs, ce qui a eu objectivement un effet considérable sur la vie économique.

²"L'économie sans biens", séance du 4 mai 1990, exposé de J. M. Oury.