



L'évaluation des risques industriels,

Les démonstrations de sûreté :

Recommandations méthodologiques

Bernard Beauzamy

Novembre 2018

L'évaluation des risques est généralement faite par les Industriels sous la forme d'une annonce à caractère probabiliste : on lit par exemple que telle installation a un taux de panne de 10^{-9} . Il faut spécifier la durée (ce que les Industriels oublient souvent !) ; c'est en général un an. Le sens de l'expression est donc (en se référant, comme on doit le faire, à la loi empirique des grands nombres) : si nous disposons d'un milliard d'installations identiques, chaque année, en moyenne, une seule tombera en panne ; ou bien encore, pour une installation donnée, on s'attend en moyenne à une panne tous les milliards d'années.

Une telle approche n'est pas comprise par l'opinion et n'a pas de validité mathématique. Voyons cela de plus près.

1. L'opinion publique et la précaution

La population n'accepte pas, ne comprend pas, la notion de risque. Des énoncés comme "telle usine a une probabilité 10^{-9} d'exploser, tel avion de s'abattre, tel médicament d'avoir des effets secondaires" ne sont acceptés que tant que l'accident n'a pas eu lieu. Mais s'il se produit, les victimes porteront plainte instantanément, et personne ne viendra leur dire "votre plainte n'est pas recevable parce que vous êtes le seul sur un milliard à en avoir souffert". Les plaintes de victimes du tabac (pourtant prévenues), des automobilistes jugeant leurs freins défectueux, des femmes mécontentes d'implants mammaires, ont été jugées parfaitement recevables, alors même que la matérialité des faits n'était pas établie et que le nombre d'accidents, rapporté au nombre d'utilisateurs, était très faible.

On se réfugie instantanément derrière le "principe de précaution" pour interdire le système ou le produit en cause, quand bien même il n'y serait pour rien. Le principe de précaution est la négation absolue de l'esprit scientifique, et, plus généralement, de tout ce qui a permis le développement de notre civilisation depuis le Moyen-Age : il permet de ne rien entreprendre et de tout condamner, si le plus léger doute subsiste quant à l'innocuité de l'entreprise.

Toute entreprise présente des dangers : Pasteur aurait dû être condamné, au nom du principe de précaution, lorsqu'il a procédé aux premières vaccinations. Ampère aurait dû être banni de son laboratoire, tant l'électricité a d'effets pervers. Quant à Pierre et Marie Curie, on s'étonne qu'on les ait laissés en liberté, tant la radioactivité a eu de conséquences funestes.

Au vu du principe de précaution, maintenant dans la Constitution, on ne peut plus parler de "risque accepté", quel que soit le domaine considéré : ni pour l'automobile (où les données sont nombreuses), ni pour des sujets de santé publique (leucémie de l'enfant, etc.) où les données sont rares.

L'exemple du "Concorde" vient illustrer notre propos (voir [MPPR], chapitre 14) : l'Aviation Civile considère qu'un appareil est sûr s'il a au plus un accident par million d'heures de vol. Le Concorde était donc considéré comme parfaitement sûr (0 accidents) jusqu'au jour où il a eu un accident (Gonesse, juillet 2000). Le total des heures de vol, cumulé pour les différents Concorde en service, était alors de 200 000. L'appareil a alors été retiré de la circulation : il est passé d'une journée du statut d'appareil le plus sûr du monde à celui d'appareil le moins sûr du monde !

On peut rétrospectivement considérer que la décision était infondée : la cause de l'accident était une lamelle métallique, perdue par un appareil ayant précédé le Concorde au décollage. Le critère "au plus un accident par million d'heures de vol" apparaît ainsi illégitime ; il repose sur des statistiques opaques. Il vaudrait mieux réfléchir en fonction des conditions d'utilisation et de la nature des défaillances.

2. Insuffisance mathématique

On ne peut parvenir à un énoncé du type "le taux de risque est de 10^{-9} par an" qu'en faisant un certain nombre d'hypothèses, toutes critiquables d'un point de vue scientifique. L'analyse se fait en général sous la forme d'un "arbre de défaillances" : on regarde les défaillances des sous-systèmes et on les agrège entre elles, pour parvenir à une évaluation de la défaillance du système entier. Mais l'ensemble de la démarche prête le flanc à la critique :

- On ne connaît pas réellement les défaillances des sous-systèmes. On dit par exemple, s'agissant de circuits électriques, que la loi exponentielle doit être utilisée, mais c'est là un consensus entre experts, sans justification théorique. Les données manquent, et les circuits anciens ne sont pas comparables aux circuits récents ;
- Pour agréger les sous-systèmes entre eux, on fait des hypothèses d'indépendance qui sont rarement justifiées. Il existe des modes communs conduisant à des pannes communes (par exemple l'alimentation de divers modules). Différents sous-ensembles ont pu être conçus par la même équipe, et donc souffrir des mêmes faiblesses méthodologiques.

La démonstration mathématique qui permet de conduire à la conclusion "le taux de risque est de 10^{-9} par an" est toujours critiquable et les opposants ne manqueront pas de le relever.

On trouvera une description plus détaillée des outils mathématiques utilisables pour l'évaluation des risques dans le livre [NMP].

3. Recommandations aux Industriels

Les Industriels doivent maintenant prendre conscience de l'hostilité de l'opinion publique et de la presse. Pour y remédier, il faut :

- Publier le plus possible les données, notamment environnementales (par exemple, les données relatives à la qualité de l'air au voisinage des installations sont nécessairement publiques) et commenter sur le suivi qui en est fait (par exemple, telle usine s'est améliorée sur dix ans, pour telle autre, les choses se sont dégradées).

L'opinion publique, en effet, n'a aucune idée de ce que peuvent être les phénomènes physiques ou chimiques : elle ignore par exemple qu'il existe une radioactivité naturelle. Il est donc utile de dire : voilà ce que nous rejetons, voilà les seuils fixés par la loi, voilà ce qu'il y a dans la nature. En procédant ainsi, on éduque la population et, de ce fait, on diminue les risques d'une peur irrationnelle. Il est bon, en particulier, d'expliquer pourquoi les seuils ont été fixés ainsi, parce que l'opinion publique est prompte à les remettre en cause, au nom du "principe de précaution" dont nous avons parlé plus haut.

- Démontrer, de la manière la plus convaincante possible, que toutes les précautions ont été prises pour éviter un accident. Par exemple : examens réguliers de certaines pièces, capacité à les remplacer rapidement en cas d'avarie, dispositifs de surveillance permanente, etc.

L'Industriel doit convaincre l'opinion de son sérieux, ce qui se fait au travers de toute une série de mesures destinée à montrer clairement que tout est fait pour éviter un accident, et non pas par une démonstration mathématique largement factice.

Cette démonstration convaincante doit en particulier prendre en compte les incertitudes, à toutes les étapes du process. Les Industriels cherchent le plus possible à normaliser leurs process (c'est tout à fait normal), mais la Nature impose certaines variations, qu'on le veuille ou non (il peut s'agir de la composition des matières premières en entrée, du réglage des températures, etc.). L'Industriel doit montrer qu'il est conscient que ces variations peuvent se produire, même si toutes les précautions ont été prises pour qu'elles ne se produisent pas, et que les situations qui en résulteront ne conduiront pas à un accident.

4. Références

[MPPR] Bernard Beuzamy Méthodes Probabilistes pour l'étude des phénomènes réels. Ouvrage édité et commercialisé par la Société de Calcul Mathématique SA, ISBN 2-9521458-0-6, ISSN 1767-1175. Mars 2004. Seconde Edition, 2016.

[NMP] Bernard Beuzamy Nouvelles Méthodes Probabilistes pour l'évaluation des risques. Ouvrage édité et commercialisé par la *Société de Calcul Mathématique SA*. ISBN 978-2-9521458-4-8. ISSN 1767-1175, avril 2010.