

TEPCO, comme BP, est une société anonyme. Les actionnaires ne sont pas responsables : si vous détenez une action TEPCO, on n'ira pas vous poursuivre pour indemniser les victimes des irradiations, ou les pêcheurs qui ont perdu leur gagne-pain.

Certes, on peut poursuivre la société, et la faire condamner, mais elle ne pourra donner que ce qu'elle a. Au pire, elle se met en faillite, les créanciers se payent sur les actifs, bien dépréciés à l'heure qu'il est, et il faudra trouver (et payer) quelqu'un d'autre pour gérer les suites de la catastrophe – la centrale qui risque d'exploser, les déchets qui s'écoulent dans la mer, les déchets à garder au chaud pendant des siècles. Les actionnaires, eux, voient la valeur de leur action tomber à zéro : c'est une perte financière, mais cela s'arrête là, du moins si vous n'habitez pas le Japon et que vous êtes à l'abri des radiations.

Cela a un avantage : qui investirait dans le nucléaire s'il risquait d'être tenu responsable des accidents ? Personne, et c'est

pour cela que la société par actions est une grande invention pour drainer les capitaux. Vous me direz : les actionnaires ne paient pas de leur personne, mais ils payent de leur poche, et ils ont intérêt à ce que les dirigeants de la société prennent les mesures de sécurité qui assurent la survie de celle-ci. Mais voilà, on retrouve l'aléa moral : les actionnaires ne savent pas ce que font les dirigeants. Les petits actionnaires n'ont pas d'influence et n'ont de toute façon pas le temps de regarder ce qui se passe, les gros, ceux qui siègent au conseil d'administration, n'ont pas la compétence technique et sont bien obligés de croire ce qu'on leur raconte.

Les dirigeants sont donc livrés à eux-mêmes et agissent comme des propriétaires, sans en avoir les responsabilités. Au pire, ils perdent leur poste, éventuellement avec un parachute doré, et ils en retrouvent un autre, comme Tony Hayward, le PDG de BP. Adam Smith écrivait que les sociétés anonymes se caractérisaient par la négli-

gence pour les intérêts des actionnaires, et l'opulence pour ceux des dirigeants.

Mais, direz-vous, il y a eu Tchernobyl, et ce n'était pas une société par actions qui était aux commandes ? On retrouve toujours de l'aléa moral, mais dans un autre cadre : la bureaucratie soviétique prenait en compte les intérêts de ses dirigeants plutôt que la santé de la population.

Est-ce à dire que, quel que soit le système, l'énergie nucléaire est dangereuse ? Je ne sais pas. Ce qui est sûr, c'est que l'aléa moral se glisse partout où on lui laisse une ouverture. On ne peut pas faire confiance à l'opérateur, que ce soit TEPCO, l'Union soviétique ou EDF. Il faut des organismes de contrôle totalement indépendants, qui ne soient pas l'émanation de l'opérateur, et dotés de moyens puissants. Un peu comme le système judiciaire, où les professions de procureur et d'avocat sont séparées, et où les débats sont publics. C'est peut-être un rêve. ■

Ivar EKELAND est professeur d'économie.

DÉVELOPPEMENT DURABLE

Végétaliser les toitures et terrasses

La transformation des toits et des terrasses en espaces verts est peu coûteuse et apporte plusieurs bénéfices, notamment en termes d'économies d'énergie.

Maeva SABRE et Gaëlle BULTEAU

Des jardins sur les toits ? L'idée n'est pas nouvelle, les premières traces remontant au VII^e siècle avant notre ère avec les jardins suspendus de Babylone. En fait, la végétalisation des toitures et façades des bâtiments améliore le cadre de vie en milieu urbain et correspond bien aux objectifs des accords du protocole de Kyoto. Encore faut-il quantifier cette amélioration et encourager davantage la mise en place de telles surfaces.

La Chambre syndicale française de l'étanchéité (CSFE) a mis en avant dès 2004 l'intérêt des différentes techniques de toitures et terrasses végétalisées (TTV) vis-à-vis des 14 cibles de la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). Ces cibles portent notamment sur la gestion de l'énergie, de l'eau, le confort hygrothermique, acoustique, visuel, olfactif, la qualité de l'air. Les enjeux se situent à trois échelles différentes : l'échelle globale, liée au climat et à l'environnement, celle de la ville – le cadre urbain entraînant

une densification, une imperméabilisation de la surface et une augmentation des températures – et enfin l'échelle du bâtiment.

L'un des grands avantages de la végétalisation des toits serait la diminution, surtout en été, de la consommation d'énergie. Mais les toitures végétalisées ont *a priori* de nombreux autres atouts. Parmi les plus cités figurent leur capacité à retenir l'eau, utile à la gestion, régulation et filtration des eaux pluviales ; leur rôle d'isolant acoustique, qui renforce le confort intérieur et extérieur ;

leur contribution à la lutte contre la pollution atmosphérique; la protection assurée au bâti (étanchéités bien contrôlées); leur influence sur le climat urbain (modération des températures); l'esthétique, avec plus d'espaces verts; le renforcement de la biodiversité urbaine... De même, en raison de leur teneur en eau, les TTV permettent de retarder la propagation d'incendies, du moins en l'absence de sécheresse prolongée.

Reste que les études permettant de quantifier ces bénéfices sont encore trop rares. L'une d'elles, réalisée au Laboratoire européen d'acoustique du bâtiment du CSBT, à Marne-la-Vallée, porte sur l'isolation acoustique. Elle indique que, selon que le substrat est sec ou gorgé d'eau, une toiture végétalisée permet d'amortir les bruits de 15 à 20 décibels par rapport à une toiture classique. Selon une étude américaine de 2001, la végétalisation de six pour cent des toits de Toronto, au Canada, réduit la température urbaine de un à deux degrés. Troisième exemple: d'après une étude allemande de 2004, une toiture végétalisée permettrait d'économiser jusqu'à environ 40 euros d'électricité (chauffage ou climatisation) par mètre carré et par an, par rapport à un toit classique recouvert de gravier.

Il faut aussi noter que les résultats des études dépendent du type de toitures considérées, leurs caractéristiques variant en outre d'un fabricant à l'autre. L'amélioration de ces surfaces fait d'ailleurs partie des activités de recherche et développement du domaine.

Les toits végétalisés peuvent être de véritables jardins ou de simples tapis végétaux. Le choix dépend de l'emplacement, mais aussi des contraintes esthétiques et de celles liées au bâti. Une toiture végétalisée est en effet constituée de différentes couches (un pare-vapeur, un isolant, une étanchéité, une couche de drainage, une couche filtrante, la couche de substrat et enfin la couche végétale) qui peuvent rendre la membrane d'étanchéité difficilement accessible et l'ensemble peut avoir un poids que la toiture existante ne peut supporter.

De par son expertise sur ces systèmes, le CSTB instruit des avis techniques sur la conception et la réalisation des toitures végétalisées. En outre, pour répondre à l'attente des professionnels soucieux de fournir un

produit de qualité, le CSTB a ouvert en novembre 2010, à Nantes, une grande plateforme de recherches et d'essais nommée AQUASIM. Cet équipement est dédié à l'étude, en conditions réalistes ou accélérées, du « petit cycle de l'eau », au sein du système bâtiment-parcelle-environnement. Les toitures végétalisées sont l'une des thématiques traitées, la plateforme disposant d'un plateau végétal et d'un mur végétalisable de 80 mètres carrés chacun.

Plusieurs équipes du CSTB participent à des projets de recherche liés aux toitures végétalisées, tels que HOSANNA et VegDUD. Le premier vise à réduire les nuisances sonores en combinant des moyens naturels (dont la végétation) et artificiels. Quant à VegDUD, financé pour quatre ans (2010-2013) par l'Agence nationale pour la recherche, il étudie le rôle du végétal dans le développement urbain durable.

La technique des toits végétalisés nécessite des moyens spécifiques et complexes, mais le surcoût associé est modeste. Globalement, sur dix ans, il est de quelques dizaines d'euros par mètre carré, avec un entretien qui consiste en une à trois visites par an.

Pourtant, les toits végétalisés ont des difficultés à trouver leur place sur les bâtiments français. Leur superficie totale est aujourd'hui de l'ordre de un million de mètres carrés (soit un trentième de la surface totale), 90 pour cent des chantiers étant réalisés dans le neuf. D'autres pays ont bien plus d'avance, en particulier l'Allemagne: le marché annuel y est estimé à plus de 13 millions de mètres carrés, soit un mètre carré de toiture sur six!

Que faire pour augmenter en France les surfaces végétalisées? L'un des moyens est de proposer des subventions. C'est ce que font le Conseil régional d'Île-de-France, le Conseil général des Hauts-de-Seine ou encore l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Une autre voie est que les villes inscrivent les toitures et terrasses végétalisées dans leur plan local d'urbanisme, comme l'ont fait Paris et Grenoble.

Maeva SABRE et Gaëlle BULTEAU
sont ingénieurs au Département CAPE
(Climatologie-Aérodynamique-Pollution-Épuration) du Centre scientifique et technique
du bâtiment (CSTB, www.cstb.fr).



MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE

Biodiversité



**The
Natural
History
of Santo**

edited by
**Philippe Bouchet,
Hervé Le Guyader
& Olivier Pascal**

Les îles du Pacifique sont célèbres pour le très haut niveau d'endémisme et la grande vulnérabilité de leurs faunes et de leurs flores. L'île d'Espirito Santo, ou Santo, cumule les superlatifs: la plus grande et la plus haute du Vanuatu, Santo est un extraordinaire microcosme géographique et culturel, avec récifs, grottes, montagnes, îles et îlots satellites, et une occupation humaine qui remonte à 3 000 ans. Renouant avec l'esprit des « Grandes Expéditions Naturalistes », l'expédition Santo 2006 avait mobilisé sur le terrain plus de cent cinquante scientifiques, bénévoles et étudiants de vingt-cinq pays. Petit tour de force éditorial avec plus de 100 auteurs, ce *Natural History of Santo* est un éloge de la biodiversité de cette « île-planète ». À la fois beau livre richement illustré et bilan des connaissances scientifiques, *Natural History of Santo* se veut un outil de connaissance pour sa conservation durable. Il s'adresse autant aux acteurs locaux du développement et de l'éducation qu'aux naturalistes du monde entier.

ISBN: 978-2-85653-627-8 • format 210 x 297 mm
texte en anglais • impression quadrichromie
nombreuses photos • 544 p. • 59 € TTC

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES DU MUSÉUM

Commandes et renseignements:
Muséum national d'Histoire naturelle
Publications scientifiques
Case postale 41 • 57 rue Cuvier • 75231 Paris cedex 05
Tél.: 01 40 79 48 05 • Fax: 01 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr • <http://www.mnhn.fr/pubsci>

VRAI OU FAUX

Les hommes sont-ils monotâches ?

Oui. Et les femmes aussi... En réalité, le cerveau est capable de traiter deux tâches si vite qu'elles semblent simultanées, alors qu'elles sont analysées en alternance.

Bénédicte SALTHUN-LASSALLE

En 1982, des anatomistes américains dissèquent 20 cerveaux humains et constatent que le faisceau de fibres nerveuses – le corps calleux – qui relie les deux hémisphères cérébraux est plus épais chez les femmes que chez les hommes. D'où l'idée que les hémisphères de la femme communiquent mieux entre eux et donc que les femmes peuvent mener à bien plusieurs tâches en même temps. Les hommes, eux, seraient monotâches. Cette idée prévaut encore aujourd'hui.

Pourtant, grâce à la neuro-imagerie fonctionnelle – la visualisation en temps réel de l'activité cérébrale –, plusieurs études scientifiques ont montré que le cerveau humain gère mal plus de deux tâches et qu'il n'y a pas de différence homme-femme.

Les régions cérébrales contrôlant l'exécution de tâches sont les deux lobes frontaux. D'après les travaux récents de l'équipe du neurologue français Étienne Koechlin, du Laboratoire de neurosciences cognitives de l'INSERM, à l'École normale supérieure de Paris, le cerveau est capable de traiter en parallèle deux tâches au maximum – par exemple écrire une lettre en parlant au téléphone –, une dans chaque lobe frontal.

Mais qu'est-ce qu'une tâche dans ce cas ? C'est une action maîtrisée et intentionnelle qui a un but précis. Appuyer sur un bouton quand une lettre apparaît à l'écran ou écrire une lettre sont des tâches. Les automatismes, tel faire du vélo, ou les activités perceptives et motrices en « toile de fond », tels écouter de la musique et regarder un enfant jouer, n'en sont pas. En fait, selon É. Koechlin, il faut bien distinguer les systèmes cérébraux cen-

traux et les systèmes périphériques. Ces derniers sont les systèmes perceptifs (auditifs, visuels, tactiles, etc.) et moteurs, qui fonctionnent souvent en même temps ; on peut voir une scène complexe (un film par exemple) tout en écoutant de la musique. En revanche, le système central, qui guide le comportement de l'individu en vue d'atteindre un but particulier, est monotâche.

Une mémoire tampon

Pourtant, dans leurs expériences, les neurologues français ont observé que les deux lobes frontaux s'activent simultanément, chacun traitant une tâche qui lui est propre. Alors multitâche ? Non, car ils ont aussi constaté qu'une autre région située derrière le front s'active en même temps. Or cette région préfrontale jouerait le rôle de mémoire tampon en coordonnant les deux activités et en permettant au cerveau de les traiter ensemble : la zone préfrontale garderait en mémoire les informations concernant une tâche pendant que l'autre lobe frontal analyserait l'autre tâche et *vice versa*. La zone préfrontale mettrait provisoirement en attente une des deux tâches pour que l'autre soit traitée. Mais comme le passage d'une tâche à l'autre se ferait en quelques millisecondes dans cette région, tout se passerait comme si les deux tâches étaient traitées simultanément.

Ainsi, on peut traiter deux tâches presque en parallèle. En revanche, dans les expériences de laboratoire avec trois tâches, les sujets font beaucoup d'erreurs et semblent se ramener systématiquement à un scénario à deux tâches, en oubliant la troisième. La mémoire



tampon est limitée et ne gère que deux tâches quasi simultanément.

Ces résultats sont valables que l'on soit une femme ou un homme. Aucune étude n'a révélé de différence entre les sexes. L'idée reçue qu'il en serait autrement persiste depuis l'étude de 1982, qui a été largement médiatisée. Toutefois, É. Koechlin souligne que si les hommes et les femmes sont monotâches – pour le contrôle du comportement orienté vers un but –, on ne peut pas exclure l'hypothèse qu'il pourrait en être autrement du traitement émotionnel des objectifs à atteindre. Chez les femmes, le système émotionnel ferait émerger dans le système de contrôle frontal beaucoup d'objectifs potentiels en parallèle ; la femme aurait toujours en tête plusieurs choses à faire. En revanche, le système émotionnel des hommes favoriserait peut-être plus un objectif au détriment des autres. Voilà peut-être une autre raison qui entretient le mythe.

Bénédicte SALTHUN-LASSALLE
est journaliste à Pour la Science.