

riche culture. Grâce à ces avantages, la domination de l'homme sur la planète est inégalée, pour le meilleur ou pour le pire.

Sixièmement, Darwin a fourni les bases scientifiques de l'éthique. L'évolution explique-t-elle l'éthique humaine? On a souvent soulevé cette question en observant que la sélection récompense l'individu dont le comportement favorise sa propre survie et son succès reproductif. Comment une conduite aussi égoïste conduirait-elle à des valeurs éthiques? La thèse du darwinisme social, proposée par Spencer à la fin du XIX^e siècle, montrait que les explications évolutionnistes et le développement de l'éthique étaient contradictoires.

Aujourd'hui, nous savons que, chez les espèces sociales, ce n'est pas seulement l'individu, mais le groupe entier qui est la cible de la sélection. Darwin a appliqué ce raisonnement à l'espèce humaine dans *La Filiation de l'homme*, paru en 1871. La survie et la prospérité d'un groupe social dépendent dans une large mesure de la coopération harmonieuse des membres du groupe. Ainsi, l'altruisme, en favorisant la survie et la prospérité du groupe, participe indirectement à l'adaptation des individus qui le composent. Ce processus aboutit à une sélection des comportements altruistes.

L'influence des nouveaux concepts

La sélection de parentèle (entre individus apparentés) et l'entraide mutuelle ou réciproque sont avantageuses dans les groupes sociaux. Ces dernières années, les éthologistes ont démontré qu'une telle sélection des comportements altruistes était largement répandue chez les animaux sociaux. L'évolution est la base de l'éthique, parce que la sélection naturelle encourage l'altruisme et la coopération harmonieuse au sein des groupes sociaux. La vieille théorie du darwinisme social, purement égoïste, reposait sur une compréhension incomplète des animaux et, en particulier, des espèces sociales.

Aujourd'hui, aucun individu cultivé ne doute plus de la théorie de l'évolution, qui, nous le savons désormais, est une simple reconnaissance des faits. Les biologistes ont confirmé la plupart des thèses de Darwin, telles celles de l'ancêtre commun et du caractère pro-

gressif de l'évolution, ainsi que son explication théorique par la sélection naturelle.

L'influence de Darwin a eu une immense portée sur la pensée moderne. Il a établi une philosophie de la biologie, en faisant intervenir le facteur temps, en prouvant l'importance du hasard et de la contingence, et en montrant qu'en biologie évolutive, les théories se fondent plus sur des concepts que sur des lois. Surtout, il a introduit une série de concepts nouveaux. Par l'évolution, il a expliqué le monde vivant sans recours au surnaturel. Il a réfuté l'essentialisme et la typologie, qu'il a remplacés par le populationnisme, où chaque individu est unique, ce qui est primordial pour l'éducation et contre le racisme. La sélection naturelle ayant pour cible les groupes suffit pour expliquer l'origine et la persistance de systèmes éthiques altruistes. La téléologie cosmique, processus intrinsèque donnant automatiquement à la vie une plus grande perfection, est fautive : des processus strictement matériels expliquent tous les phénomènes dits téléologiques. Le prédéterminisme n'existe pas. Notre destin est entre nos mains évoluées.

«Il y a de la grandeur dans cette manière d'envisager la vie», disait Darwin. Les modes de pensée ont évolué et évoluent toujours, mais, d'une manière ou d'une autre, les principes darwiniens sont présents dans toutes les convictions de l'homme moderne.

Ernst MAYR est professeur de zoologie à l'Université Harvard.

Howard E. GRUBER, *Darwin on Man : A Psychological Study of Scientific Creativity*, deuxième édition, University of Chicago Press, 1981.

Ernst MAYR, *One Long Argument : Charles Darwin and the Genesis of Modern Evolutionary Thought*, Harvard University Press, 1993.

Janet BROWNE, *Charles Darwin : Voyaging : A Biography*, Princeton University Press, 1996.

Charles DARWIN, *La Filiation de l'Homme*, Paris, Syllepse, 1999.

Charles DARWIN, *L'Origine des espèces*, Verviers, Marabout-Université, 1973.

Patrick TORT, *Darwin*, Gallimard, «Découvertes», septembre 2000.

Patrick TORT, *Dictionnaire du darwinisme et de l'évolution*, PUF, 1996.

Conférence internationale

Le bien-être des enfants au XXI^e siècle

Aspects biologiques et psychosociaux du développement positif de l'enfant (âge 0 à 5 ans)



16

17

NOV 2000

Centre de conférences européen, Luxembourg-Kirchberg

Co-parainé par



Organisation Mondiale de la Santé

Organisé par

Healthy Children Foundation

Luxembourg

www.healthychildrennetwork.org

Des lacs meurtriers

MARGUERITE HOLLOWAY

Au Cameroun, deux lacs risquent à tout moment de libérer des gaz qui tueraient les populations riveraines. Une équipe internationale de scientifiques tente de prévenir un accident tel celui qui eut lieu dans les années 1980.

Un samedi matin, dans un village du Nord-Ouest du Cameroun, Mohammed Musa Abdulahi s'éveilla sans pouvoir bouger son bras droit qu'il ne sentait plus. Il se rappela que, ne se sentant pas bien, il s'était couché dans l'école au lieu de s'occuper des enfants plus jeunes, comme

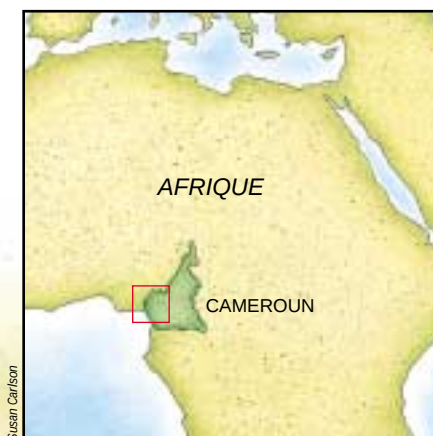
il le faisait parfois. Il se leva et secoua son collègue, qui avait également fait une sieste : celui-ci s'éveilla en sursaut, poussa un cri sans raison apparente et partit en courant. M. Abdulahi prit le chemin de son domicile, traversant son village. Ce qu'il découvrit était horrible : les rues et les cours en terre battue étaient jonchées de cadavres. Les villageois gisaient, comme s'ils étaient soudainement tombés. Les chiens étaient morts. Le bétail était mort. Les oiseaux et les insectes étaient tombés des arbres.

Lorsque M. Abdulahi arriva à la maison de son père, il découvrit que toute sa famille avait également péri : ses frères, ses sœurs, son père, les deux épouses de celui-ci. Pendant un instant, cependant, il eut un espoir : quand il toucha l'un des nourrissons, ce dernier se mit à pleurer. M. Abdulahi voulut le prendre contre lui, mais il n'y parvint pas, en raison de son bras paralysé ; il confectionna une écharpe gros-

sière à l'aide d'un vêtement, mais quand il toucha à nouveau l'enfant, il vit que celui-ci avait cessé de vivre.

M. Abdulahi avait décidé de ne plus vivre sur les bords Sud du lac Nyos, ce lac qui a vomi un nuage de gaz mortel dans la soirée du jeudi 21 août 1986, tuant plus de 1 700 personnes. Le lac pourrait tuer encore, mais M. Abdulahi a décidé de guider et d'aider une équipe scientifique qui est venue analyser les causes de la catastrophe et «désarmer» le lac, si possible.

L'équipe est d'abord arrivée à la ville de Bamenda, puis elle est descendue débarquer son matériel sur les rives du lac Nyos : un équipement de surveillance, des matériaux pour construire des radeaux, des canaux pneumatiques, des tentes, des réfrigérateurs... Ce débarquement est une étape importante dans l'histoire de la gestion de l'environnement. Depuis 1986, les scientifiques qui étudiaient le lac Nyos



1. LE DIOXYDE DE CARBONE dissous dans les profondeurs du lac Nyos (ci-dessous) a jailli en août 1986, tuant 1 700 personnes et tout leur bétail.



cherchaient à débarrasser ce dernier du gaz qui s'accumule dans ses eaux profondes. Techniquement, un tel dégazage est simple et peu coûteux, mais le travail est compliqué par la pauvreté du pays et les difficultés politiques.

Effervescence meurtrière

Le lac Nyos est très beau, bordé de champs cultivés, de parois rocheuses et de collines verdoyantes. Toutefois, son eau ne dort pas : elle occupe un cratère, formé il y a cinq siècles environ par une éruption volcanique qui laissa un bouchon de magma au fond du cratère. Ce bouchon s'est refroidi, et la dépression s'est emplie d'eau ; la profondeur atteint aujourd'hui 210 mètres. De nombreux lacs occupent des cratères, dans les chaînes volcaniques du

Globe, mais le lac Nyos est un des deux seuls qui aient tué. L'autre, le lac Monoun, est également au Cameroun, à 95 kilomètres au Sud-Est du lac Nyos.

L'activité du volcan libère du dioxyde de carbone (CO_2), qui remonte jusqu'au lac. Il se dissout alors dans l'eau, libérant des ions en réagissant avec les minéraux du fond du lac. L'eau ainsi chargée de dioxyde de carbone s'accumule lentement, mais elle reste généralement concentrée, séparée des couches supérieures d'eau douce. Dans la plupart des lacs de cratère, les couches d'eau alternent périodiquement, par convection, amenant de l'eau enrichie en gaz à la surface, où le gaz se dégage dans l'atmosphère sans nuire, mais les eaux chargées de gaz des lacs Nyos et Monoun stagnent au fond : la limite, nommée chémocline, entre l'eau pro-

fonde, dense et minéralisée, et l'eau douce des couches supérieures n'évolue pas (c'est également le cas du lac Kivu, à la frontière du Rwanda et de la République démocratique du Congo, bien que l'on n'ait jamais enregistré d'éruption de ce lac).

Dans ces lacs volcaniques, le gaz sature les eaux profondes, qui remontent après une perturbation externe : un vent violent, une tempête, un temps froid qui fait descendre une poche d'eau superficielle, un glissement de terrain, un tremblement de terre, nul ne le sait. Lors de la remontée des eaux du fond, le dioxyde de carbone n'est plus sous pression, de sorte qu'il ne reste pas en solution ; les bulles qui montent vers la surface entraînent davantage d'eau des couches profondes. On suppose que l'effervescence



s'intensifie progressivement, comme dans du champagne que l'on sabre : l'eau chargée de gaz jaillit violemment en une gigantesque fontaine (à Nyos, le jet a atteint 80 mètres), et le dioxyde de carbone se répand dans l'atmosphère.

Une fois et demie plus lourd que l'air, le dioxyde de carbone stagne au-dessus du lac et sur les sols environnant, asphyxiant les êtres vivants. Ainsi, le lac Monoun a tué 37 personnes, le 15 août 1984. Le lac Nyos fut plus meurtrier parce qu'il est plus vaste et plus profond. Le nuage de gaz a dévalé les collines à une vitesse d'environ 70 kilomètres par heure, atteignant les vallées et les villages à 20 kilomètres alentour. Selon George Kling, biologiste de l'Université du Michigan qui dirige l'équipe d'étude de ces deux lacs, la dernière victime du lac fut une jeune fille qui, le lendemain matin suivant le dégazage, descendit dans un ravin où stagnait le dioxyde de carbone. M. Abdulahi suppose que son collègue et lui-même ont été sauvés, parce qu'ils dormaient dans une pièce qui les a protégés du gaz. Abdulahi est resté inconscient pendant deux jours, appuyé sur son bras droit : c'est la raison pour laquelle ce bras est resté paralysé (pendant plusieurs mois). Le dérangement mental de son collègue semble également résulter de l'intoxication.

Une menace qui persiste

Les lacs Nyos ou Monoun peuvent encore tuer. Selon les calculs de G. Kling et de Williams Evans, le lac Nyos contient deux fois plus de dioxyde de carbone qu'il ne s'en est dégagé lors de l'effervescence de 1986. En outre, un nouvel accident risque de rompre la digue fragile qui a été construite à l'extrémité Nord du lac : les eaux risqueraient de couler jusqu'au Nigeria, noyant (ou déplaçant) 10 000 personnes. Bien que les environs du lac aient été évacués après la catastrophe, de nombreuses personnes se sont réinstallées, attirées par la richesse de la région. Des champs de maïs bordent la rive du côté Sud. Des troupeaux paissent sur les collines entourant le lac, sous l'œil vigilant de leurs gardiens

peuls. En outre, au début des années 1990, des ichtyologistes ont lâché des poissons dans ce lac qui n'en contenait pas : ces poissons ont prospéré, perturbant l'écosystème et attirant les populations pauvres de la région.

L'accès difficile au lac limite les installations, mais il complique également les études et les entreprises de dégazage. Les équipes d'études qui partent de Yaoundé doivent ainsi gagner d'abord Bamenda, pour s'y ravitailler, avant d'emprunter la route carrossable qui conduit à Fundong. Au Nord de Fundong, la très mauvaise piste qui conduit dans la région du lac Nyos isole ce dernier : c'est une succession de fosses boueuses reliées, quand le temps est sec, par une piste poussiéreuse et accidentée. De surcroît, les ponts à traverser pour gagner le lac



Photographies : Marguerite Holloway

2. DU MAÏS est cultivé sur les rives du lac Nyos (*en haut*). Pour atteindre cette zone, les équipes d'étude du lac mettent plusieurs jours, sur des pistes non carrossables. Les ponts qu'empruntent ces pistes sont souvent emportés par les crues. Enfin les équipes doivent apporter tout le matériel avec le campement.

sont fréquemment emportés. Les véhicules tous terrains et les camions tombent souvent en panne, et il faut plusieurs jours de route, avec des campements sous les averses nombreuses pour atteindre le dernier village accessible. Ensuite, le matériel doit être porté pour parcourir les six derniers kilomètres, escarpés et glissants.

Lors de l'expédition, le campement était organisé autour d'une caisse de bonbonnes d'oxygène : toutefois il n'y en avait que dix minutes pour dix personnes. L'équipe aurait souhaité monter le camp en hauteur, sur les collines voisines, mais leur accès était trop difficile. La première tâche fut la construction d'un radeau. Après l'explosion de 1986, G. Kling et ses collègues avaient placé une petite station météorologique sur un radeau, au milieu du lac, afin de mesurer la température, la vitesse du vent, l'ensoleillement et la pluviosité. Dégradée par les intempéries, cette station a dû être remplacée ; des capteurs de température, qui pendent du nouveau radeau à différentes profondeurs, enregistrent les variations de température de l'eau, révélant les mouvements de convection. Des capteurs mesureront également la pression du dioxyde de carbone dissous. L'opération de dégazage devra se fonder sur une meilleure connaissance de l'écosystème.

Le dégazage

Avec leur dernière expédition, G. Kling et ses collègues peuvent aujourd'hui préparer l'opération de dégazage, qui devrait commencer dans quelques mois. Il en coûtera 20 millions de francs, alloués par l'Agence de coopération internationale japonaise : 12 tuyaux seront plongés à trois profondeurs différentes, afin que l'eau chargée de CO_2 perde spontanément son gaz, peut-être à une vitesse initiale de 320 kilomètres par heure (à Monoun, trois tuyaux suffiraient).

Ce projet a été beaucoup discuté depuis l'explosion du lac Nyos, et son principe a été testé dans le lac Monoun en 1992 : Michel Halbwachs, de l'Université de Savoie, Gregory Tanyileke, de l'Institut camerounais de recherches géologiques et minières, et leurs collègues ont descendu dans l'eau un tuyau de cinq centimètres de diamètre et un tuyau de 14 centimètres de diamètre ; puis, à l'aide d'une motopompe, l'équipe a aspiré de l'eau profonde. En raison de



3. UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE a été construite sur un radeau (on voit ici la mise à l'eau). De ce radeau pendent des câbles équipés de thermomètres à leur extrémité ; on mesure la température de l'eau du fond, afin de surveiller les évolutions éventuelles. En bas, on voit le déploiement de ces câbles, sur les berges, avant leur installation.

Photographies : Marguerite Holway



4. LE LAC MONOUN.



Photographies : Marguerite Holloway

5. LE DÉVERSOIR sur le côté Nord du lac Nyos.

la différence de pressions en dioxyde de carbone entre le fond et la surface, une fontaine d'eau riche en gaz, auto-entretenue, a jailli dans les deux tuyaux, et du dioxyde de carbone s'est dissipé dans l'atmosphère. L'équipe ferma des valves dans les tuyaux pour arrêter ce premier dégazage.

Le succès de cette expérience a conduit à une tentative analogue, en 1995, au lac Nyos. Avec le soutien de Gaz de France, M. Halbwachs et ses collègues ont alors descendu un tuyau de

14 centimètres de diamètre et de 205 mètres de long. Toutefois, après la formation de la fontaine, les frottements de l'eau et des bulles ascendantes contre le tuyau projetèrent ce dernier en l'air.

M. Halbwachs avait un projet différent de celui d'une équipe japonaise dirigée par Yutaka Yoshida et Minoru Kusakabe : il envisageait d'immerger cinq tuyaux seulement, au lieu de 12, pour dégazer le lac Nyos, avec un système de pompage télécommandé. Les ministres camerounais

hésitèrent longuement, mais ils ont finalement décidé le dégazage avec le projet japonais. Le gouvernement a amélioré les routes, évacué les abords du lac et mobilisé l'armée pendant les premières expériences de dégazage avec des réservoirs à oxygène en cas d'explosion.

Bien que l'opération de dégazage semble être aujourd'hui en bonne voie, de nombreux chercheurs pensent que la présentation des dangers au public a été insuffisante : les populations des environs doivent être mieux averties des dangers ; à l'étranger, les offices d'aide au développement doivent augmenter leur soutien aux opérations de dégazage, et l'on doit mettre fin à une rumeur qui naquit lorsqu'un prêtre visita les villages dévastés et décrivit la scène comme ressemblant aux suites du largage d'une bombe à neutrons. Cette rumeur de la bombe a des variantes : certains prétendent que des Américains et des Israéliens auraient fait sauter le lac pour s'emparer de diamants qu'il abrite ; d'autres qu'un membre de l'organisme américain de coopération aurait préparé l'installation des Américains dans la région. Cette rumeur risque de gêner les évacuations, avant le dégazage.

Marguerite HOLLOWAY est journaliste à la revue *Scientific American*.
