

LE NUCLÉAIRE

CHRONIQUE D'UN FIASCO TECHNOLOGIQUE

P. 20 PRÈS D'UN DEMI-SIÈCLE APRÈS
LA MISE EN SERVICE DE LA PREMIÈRE
CENTRALE SUISSE, L'ABANDON
PROGRAMMÉ DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
SANCTIONNE CE QUI APPARAÎT AVEC
LE RECUL COMME UNE ERREUR
TECHNOLOGIQUE

campus

ESCLAVAGE
L'ÉMANCIPATION
RACONTÉE DE
L'INTÉRIEUR
PAGE 8

L'INVITÉE
RATNA KAPUR: «ON
PEUT DÉSÉPÉRER DES
DROITS DE L'HOMME»
PAGE 42

TÊTE CHERCHEUSE
AMI ARGAND:
LE GÉNIE
DE LA LAMPE
PAGE 50



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE



Pensez à jeter vos mégots
dans les cendriers



UNI PROPRE
C'EST FACILE
unige.ch/unipropre

AGEED



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

04 ACTUS

RECHERCHE

08 HISTOIRE

L'ABOLITION VUE
DE L'INTÉRIEUR

Une enquête inédite montre comment des milliers de captifs ont profité des failles du système colonial pour s'émanciper, par des moyens légaux ou non, bien avant l'abolition de l'esclavage.



12 BIOLOGIE

LE LOGICIEL QUI
ÉLAGUE L'ARBRE
DE LA VIE

Malgré une masse d'informations génétiques sans cesse grandissante, il n'est pas toujours aisé de clarifier les liens de parenté existant entre les espèces vivantes. Une méthode récente permet de faire le tri.



16 MÉDECINE

EN SUISSE, ON NE
RETIENT PLUS SON
DERNIER SOUFFLE

Près de 60 % des décès en Suisse sont aujourd'hui précédés d'au moins une décision de fin de vie impliquant un médecin et dont la conséquence est de lever les derniers obstacles à la venue de la mort.



DOSSIER: LE NUCLÉAIRE, CHRONIQUE D'UN FIASCO TECHNOLOGIQUE



**34 LES FOLIES ATOMIQUES
GRAVÉES DANS LE SOL**

Les essais nucléaires atmosphériques, Tchernobyl et les rejets des centrales ont laissé une trace indélébile dans les sédiments des lacs.

**37 TRANSITION:
LE MODÈLE GENEVOIS**

Géothermie, chauffage à distance, optimisation de l'isolation : tous les moyens sont bons sur le chemin du renouvelable. A condition de privilégier l'innovation au dogmatisme.

**40 CLAP DE FIN
POUR LES « ANTIS »**

Après quarante ans de lutte, l'histoire a donné raison aux militants du mouvement antinucléaire suisse, signant par là même son probable arrêt de mort.

PHOTO DE COUVERTURE:
AFP/FABRICE COFFRINI

20 « UN CHOIX ERRONÉ »

Le nucléaire est une technologie vieillissante et coûteuse dont la Suisse aurait très bien pu se passer, estime Walter Wildi, professeur honoraire de la Faculté de sciences et ancien membre de la Commission fédérale pour la sécurité des installations nucléaires.

26 « TU ME FONDS LE CŒUR »

Three Mile Island, Tchernobyl, Fukushima : retour sur les trois accidents qui ont vu des réacteurs se transformer en bombe en puissance.

**30 LUCENS SONNE LE GLAS
DES AMBITIONS SUISSES**

Au moment de sa mise en service, l'unique réacteur nucléaire expérimental suisse est victime d'une panne. Cet accident met fin à l'ambition de fabriquer une centrale nucléaire 100 % helvétique.

**32 L'HISTOIRE DU RÉACTEUR
GENEVOIS**

De 1958 à 1989, l'Université a hébergé un réacteur nucléaire de démonstration offert par les Etats-Unis. C'est la deuxième machine de ce genre installée en suisse.

RENDEZ-VOUS



42 L'INVITÉE

**« ON PEUT DÉSÉSPÉRER
DES DROITS HUMAINS »**

La lutte pour les droits de l'homme apporte, paradoxalement, moins de liberté aux femmes. Tel est le point de vue de Ratna Kapur, professeure de droit en Inde, qui a été invitée par la Faculté de droit et l'Institut des études genre pour donner une conférence sur ce thème.

46 EXTRA-MUROS

**ADDIS-ABEBA, SUR LES
PAS DE L'ÉVOLUTION**

L'environnement et le régime alimentaire ont pu jouer un rôle de sélection naturelle dans l'histoire récente de l'être humain. Une étude menée en Ethiopie, République tchèque, Chypre et Oman, tente de mesurer ses éventuels effets sur les gènes.

50 TÊTE CHERCHEUSE

**AMI ARGAND,
GÉNIE DE LA LAMPE**

Distillateur et aérostier, le physicien a transformé l'éclairage des logements et des villes en développant une lampe à huile révolutionnaire. Piètre entrepreneur, il n'a cependant connu ni la gloire ni la fortune.

54 À LIRE

56 THÈSES DE DOCTORAT

ACTUS

BIOLOGIE

LES PROTÉINES QUI FONT TOMBER LES FEUILLES MORTES

ANTHONY HOLTMAAT DISTINGUÉ POUR SES TRAVAUX SUR LE CERVEAU



CHRISTIAN LÜSCHER

Professeur au Département de neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), Anthony Holtmaat est le lauréat du prix de la Ligue suisse pour le cerveau. Cette récompense, attribuée tous les deux ans, lui a été décernée pour ses travaux qui démontrent pour la première fois le mécanisme par lequel des neurones silencieux peuvent participer à des processus d'apprentissage dans le cerveau. Une découverte qui ouvre de nouvelles perspectives thérapeutiques, notamment pour le traitement des attaques cérébrales et des troubles neurodégénératifs.

UN MILLION DE DOLLARS POUR LES SCIENCES DE LA VIE

Une équipe internationale, dirigée par Daniel Huber, professeur au Département des neurosciences fondamentales (Faculté de médecine), a obtenu une bourse de recherche de plus d'un million de dollars. Ce subside, accordé par le *Human Frontier Science Program*, vise à encourager la coopération internationale et interdisciplinaire dans la recherche de pointe en sciences de la vie. Le projet primé a pour but de comparer les circuits neuronaux du cortex cérébral de différentes espèces en combinant la microscopie optique, l'anatomie et l'étude des comportements.

Quand vient l'automne, de nombreuses plantes perdent leurs feuilles. Cela leur permet de conserver l'énergie nécessaire pour passer l'hiver et recommencer un nouveau cycle de vie une fois le printemps venu. Un article paru le 8 avril dans la revue *eLife* dévoile quelques nouveaux rouages dans le mécanisme moléculaire qui déclenche l'abscission, ce phénomène qui voit les végétaux se défaire de leurs organes (feuilles ou fleurs) devenus inutiles ou endommagés.

«*La perte des organes floraux implique une protéine réceptrice (appelée HAESA), située à la surface des cellules entourant le futur point de scission, explique Michael Hothorn, professeur au Département de botanique et biologie végétale (Faculté des sciences). Lorsqu'il est temps de se séparer d'un organe, ce récepteur membranaire est rejoint par une petite hormone appelée IDA. Notre travail a consisté à étudier plus en détail l'interaction, encore méconnue, entre ces deux protéines.*» En déterminant la structure cristalline de HAESA dans la configuration spécifique où elle est liée à IDA, les chercheurs ont découvert que la première contient une petite «niche» parfaitement adaptée, en apparence, à la seconde. Cependant, dans les faits, l'hormone ne se lie qu'à moitié au récepteur.

Afin que le processus d'abscission s'engage pleinement, Michael Hothorn et ses collègues ont remarqué qu'un autre élément est nécessaire. Il s'agit de la protéine auxiliaire SERK1. Lorsque les trois protagonistes sont en présence, IDA fonctionne alors comme un ruban adhésif double face, faisant adhérer HAESA à SERK1



ISTOCK

et maintenant l'intégralité du complexe. Une fois formé, ce dernier active l'interrupteur moléculaire qui indique à la cellule de se séparer de la feuille ou de la fleur.

Afin de vérifier leurs résultats, les biologistes ont étudié des variétés génétiquement modifiées de la plante modèle *Arabidopsis thaliana* et ont confirmé le rôle de SERK1 dans le processus de séparation des organes de la plante.

«*Ce qui est fascinant à propos de la protéine SERK1, c'est qu'elle joue un rôle dans le détachement des organes des plantes tout en agissant, avec d'autres récepteurs membranaires, sur des mécanismes totalement différents du développement de la plante*», explique Julia Santiago, première auteure de l'étude. En effet, SERK1 est une protéine auxiliaire polyvalente commune à différentes voies de signalisation. Lorsqu'elle est rattachée à un autre récepteur membranaire, elle peut, par exemple, indiquer à la plante de pousser.

BIOLOGIE

L'ALGUE QUI NE CONNAÎT PAS LA FRINGALE

Chlamydomonas reinhardtii dispose d'une parade infrasensible contre les attaques de fringales. En cas de carence en nutriments, et plus particulièrement en fer, cette algue mobile unicellulaire employée comme organisme modèle par les chercheurs est en effet capable de démanteler temporairement les structures qui lui permettent de gérer la photosynthèse afin d'en récupérer des composants pour les recycler et continuer ainsi à subvenir à ses besoins, notamment en sucre.

Dans un article publié dans la revue *The Plant Cell*, l'équipe de Michel Goldschmidt-Clermont, professeur au Département de botanique et biologie végétale (Faculté des sciences), est parvenue à identifier, en collaboration avec des chercheurs de l'Université Humboldt de Berlin et de l'Université Pierre et Marie Curie à Paris, une protéine, appelée Mac1, qui joue un rôle de messager dans ce processus de recyclage. L'étape suivante consistera à établir comment la carence en fer est perçue et relayée à Mac1.

MÉDECINE

L'INSULINE EST REMISE AU MILIEU DU VILLAGE DIABÉTIQUE

C'est bien l'insuline qui est au cœur des mécanismes métaboliques menant au diabète et non le glucagon, son hormone contraire, comme l'ont récemment prétendu certaines études. Tel est le résultat publié le 19 avril dans la revue *eLife* par l'équipe de Pedro Herrera, professeur à la Faculté de médecine.

Le taux de sucre dans le sang est régulé par deux hormones produites dans le pancréas. Lorsque l'on mange, ces molécules énergétiques s'accumulent dans le sang et les cellules libèrent l'insuline pour les capter et permettre aux tissus de les utiliser. En période de jeûne ou d'exercice, c'est au contraire le glucagon, dont la fonction s'oppose à celle de l'insuline, qui est libéré. Les diabétiques n'arrivent pas à produire assez d'insuline et doivent régulièrement en recevoir par injection afin de maintenir cet équilibre. Des travaux publiés récemment indiquent que le diabète serait dû non pas à une déficience en insuline mais uniquement à un excès de glucagon. En bloquant l'action de ce dernier chez des

souris, les auteurs de ces recherches sont en effet parvenus à empêcher le taux de sucre dans le sang d'augmenter de manière excessive, malgré l'absence de production d'insuline. Ces résultats suggèrent qu'il serait possible de traiter l'hyperglycémie des diabétiques en bloquant le glucagon plutôt qu'en injectant régulièrement de l'insuline.

Intrigué par cette hypothèse, Pedro Herrera a décidé de reproduire l'expérience. Lui et son équipe ont alors montré que la méthodologie utilisée par les auteurs de ces travaux ne permet pas, comme ils le pensaient, de supprimer la totalité des cellules productrices d'insuline chez les souris. En conséquence, le fait de bloquer l'action du glucagon n'a été efficace que parce qu'un peu d'insuline était encore produite. «*L'idée d'inhiber l'action du glucagon comme alternative aux injections d'insuline ou en complément de celles-ci a des limites, indique Pedro Herrera. Il faut que le corps soit encore capable de produire un peu d'insuline résiduelle pour que ce traitement fonctionne.*»

MARKUS STOFFEL HONORÉ PAR L'INTERNATIONAL TREE-RING SOCIETY

Professeur assistant au Département des sciences de la Terre et de l'environnement, Markus Stoffel a reçu le José A. Boninsegna Award, remis par l'*International Tree-Ring Society*, lors de sa conférence bisannuelle à Mendoza (Argentine) en mars dernier. Ce prix vient couronner ses travaux de pointe dans le domaine de la dendrochronologie, une technique qui permet d'obtenir des datations en analysant la morphologie des anneaux de croissance des arbres.

BIOUTILS REÇOIT UN « SCIENTIX AWARD »

BiOutils, l'interface de l'UNIGE pour soutenir l'enseignement des sciences de la vie, met à la disposition des enseignants des kits pédagogiques. L'excellence du kit « Levures » a été récemment récompensée par l'obtention d'un Scientix Award dans la catégorie « meilleure ressource pédagogique ».

ABONNEZ-VOUS À « CAMPUS » !

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau. Des rubriques variées vous attendent traitant de l'activité des chercheurs dans et hors les murs de l'Académie. L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue !

Université de Genève
Presse Information Publications
24, rue Général-Dufour
1211 Genève 4
Fax 022 379 77 29
campus@unige.ch
www.unige.ch/campus

Abonnez-vous par e-mail (campus@unige.ch) ou en remplissant et en envoyant le coupon ci-dessous :

Je souhaite m'abonner gratuitement à « Campus »

Nom

Prénom

Adresse

N° postal/Localité

Tél.

E-mail

MÉDECINE

ALEXANDRE POUGET LAURÉAT DU ANDREW CARNEGIE PRIZE IN MIND AND BRAIN SCIENCES

Professeur au Département de neurosciences fondamentales, Alexandre Pouget est le lauréat 2016 du *Andrew Carnegie Prize in Mind and Brain Sciences*. Cette prestigieuse distinction lui est remise pour ses travaux sur le codage et le calcul neuronal, qui ont révolutionné les recherches en neurosciences en utilisant le principe mathématique d'incertitude pour expliquer, grâce à des calculs statistiques, le fonctionnement du cerveau. A la Faculté de médecine, Alexandre Pouget dirige le Laboratoire de neurosciences cognitives et computationnelles.

DEUX MÉDECINS REÇOIVENT LE PRIX DE LA FONDATION NAEF POUR LA RECHERCHE IN VITRO

La Fondation Naef pour la recherche in vitro a décerné son prix 2016 à deux professeurs de l'UNIGE: Caroline Tapparel-Vu (Département de microbiologie et médecine moléculaire) et Laurent Kaiser (Département de médecine interne des spécialités). Ils ont été récompensés pour le développement d'une alternative à l'utilisation d'animaux de laboratoire dans le cadre de leurs recherches sur les virus du rhume.

FRANÇOIS GREY ENTRE À L'ACADEMIE ROYALE DES SCIENCES ET DES LETTRES DU DANEMARK

Le 31 mars 2016, la *Royal Danish Academy of Sciences and Letters* a élu François Grey membre de son académie. Professeur associé au Centre universitaire d'informatique, François Grey développe notamment dans ses travaux des ressources destinées aux projets de science participative (crowdsourcing), par le biais du Citizen CyberLab, une structure conjointe de l'UNIGE, du CERN et de l'Unitar.

LE VER ET L'HUMAIN RÈGLENT LEUR MITOSE DE LA MÊME FAÇON

Ce qui est vrai pour le modeste ver *Caenorhabditis elegans* l'est parfois aussi pour l'être humain. C'est le cas notamment de certains mécanismes moléculaires impliqués dans la division cellulaire et qui ont été conservés chez ces deux organismes malgré les centaines de millions d'années d'évolution qui les séparent.

Pendant la mitose, une cellule se divise en deux cellules filles, chacune avec une copie complète de l'information génétique. Ce processus de division cellulaire, une fois lancé, est irréversible et doit donc être très réglementé. Si plusieurs facteurs contrôlent l'entrée en mitose sont connus, on ne comprend pas encore complètement comment ils fonctionnent ensemble.

Monica Gotta, professeure au Département de physiologie cellulaire et métabolisme (Faculté de médecine), et des collègues français avaient précédemment décrit comment, dans l'embryon de *C. elegans*, un petit ver fréquemment étudié pour comprendre les détails de la vie cellulaire chez les eucaryotes, certains de ces facteurs se coordonnaient afin de déclencher la mitose. Les chercheurs suisses et français ont aujourd'hui franchi un pas supplémentaire en montrant que cette cascade de réactions moléculaires est



valable chez les êtres humains et constitue également une étape importante dans la régulation de l'entrée en mitose des cellules.

Comprendre comment est réglementée la mitose dans ses moindres détails est une étape cruciale, car cela permet d'identifier les rouages qui dysfonctionnent lorsque la division cellulaire devient pathologique et aboutit à l'apparition d'un cancer.

MÉDECINE

LES BACTÉRIES PLUS VIRULENTES SUR LES GRANDS BRÛLÉS

La septicémie constitue la cause principale de maladie et de décès chez les personnes souffrant de brûlures sévères. Ceci est dû à la dissémination de pathogènes dans l'organisme. *Pseudomonas aeruginosa* est l'une des bactéries les plus souvent responsables de cette complication. Ce microorganisme est d'autant plus redoutable que sa virulence et sa résistance aux antibiotiques peuvent être modulées par différentes molécules présentes chez son hôte.

Des chercheurs menés par Karl Perron, microbiologiste à la Faculté des sciences, ont étudié l'impact des exsudats – les liquides biologiques qui s'épanchent des plaies de personnes brûlées – sur la survie et la virulence de trois bactéries. Les résultats, publiés le 27 avril dans la revue *mSphere* de l'*American Society for Microbiology*, démontrent que, des trois agents pathogènes étudiés, seul *P. aeruginosa* est capable de croître dans les exsudats.

«Nous avons également observé que plusieurs facteurs de virulence produits par ce pathogène étaient même augmentés dans les liquides biologiques», détaille Manuel Gonzalez, copremier auteur de l'article. Certains de ces facteurs détruisent des défenses spécifiques de l'hôte et dégradent les tissus environnants. D'autres, dont la production est fortement accrue, captent le fer pour permettre la croissance bactérienne et facilitent la mobilité et la dissémination de *P. aeruginosa*.

Ces observations fournissent des informations cruciales pour mettre au point de nouvelles stratégies de prévention et de traitement de ce pathogène. Elles ont été complétées par une analyse de la composition des exsudats. Ces données devraient contribuer à créer un milieu de culture artificiel et un système *in vitro* permettant d'analyser les étapes initiales d'infections liées aux brûlures afin de mieux les contrer.

PSYCHOLOGIE

L'HOMOPHOBIE: UNE ATTRACTION IMPULSIVE POUR LE MÊME SEXE?

Les hommes homophobes sont-ils des homosexuels refoulés? Tous, non, mais une partie, sans doute, répond une étude parue le 19 mars dans le *Journal of Sexual Medicine*. Ce travail mené par Boris Cheval, chercheur à la Section de psychologie (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation), permet même de désigner lesquels. L'enquête confirme en effet que les hommes homophobes regardent durant un temps significativement plus long les images à caractère homosexuel. Ce résultat ne concerne toutefois que les individus qui ressentent, en plus, une forte attraction impulsive – et inconsciente – vers des stimuli homosexuels. Une nuance qui exige des explications.

Campus : Est-ce un cliché de prétendre que les homophobes sont des homosexuels refoulés?

Boris Cheval: Certaines études ont établi un lien entre les deux. L'une d'elles, menée par Henry Adams de l'Université de Géorgie aux Etats-Unis et parue dans le *Journal of Abnormal Psychology* en 1996, a montré que les hommes homophobes – et pas les autres – étaient physiologiquement excités à la vue de vidéos explicitement homosexuelles. Les auteurs ont suggéré que ces résultats pouvaient être interprétés comme l'expression d'une attraction inconsciente ou refoulée pour le même sexe. Mais cette explication n'est pas satisfaisante.

Pourquoi?

L'excitation physiologique n'est pas une mesure parfaite de l'intérêt sexuel mâle. Elle peut aussi être interprétée comme un signe de peur ou d'anxiété. D'autres études ont tenté des approches alternatives, certaines ne se basant pas sur des mesures génitales mais sur des temps de regard et des tâches spécifiques. Mais les résultats ont commencé à devenir contradictoires. On en est arrivé à une situation d'affrontement entre deux écoles: celle qui assimile les homophobes à des homosexuels refoulés et celle qui prétend que l'homophobie est le produit d'une véritable aversion ou répulsion vis-à-vis de l'homosexualité... Notre méthode permet en quelque sorte de réconcilier les deux.

Comment cela?

Nous avons utilisé un modèle théorique qui fait la distinction entre deux systèmes séparés mais en interaction et qui, ensemble, guident les comportements humains. Le premier est rationnel, contrôlé, conscient et lent. Il intègre des concepts cognitifs tels que les normes sociales, les valeurs personnelles, les buts, les attentes, etc. Le second est impulsif, inconscient, porté par les émotions et rapide. L'interaction entre ces deux composantes (froide et chaude dans notre jargon) permet de prédire un comportement. Par exemple, dans le cadre de ma thèse, j'ai utilisé ce modèle dans un domaine très différent. J'ai montré que l'on peut avoir la ferme intention de sortir et de faire de l'exercice physique (pour toute une série d'excellentes raisons) mais que si l'on possède une forte impulsion de sédentarité (inconsciente mais que l'on peut mesurer), on peut prédire avec assurance que l'on finira par rester à la maison.

Qu'en est-il pour l'homophobie?

D'un côté, il y a la réaction immédiate à un stimulus homosexuel. La vue d'un couple d'hommes s'embrassant dans la rue ou d'une couverture osée d'un magazine gay peut par exemple provoquer une impulsion incontrôlée d'attraction ou de répulsion. De l'autre, la composante réfléchie est incarnée par le degré d'homophobie.

Comment avez-vous mesuré ces deux composantes?

Nous avons sélectionné parmi les étudiants 38 hommes se déclarant hétérosexuels et dont le degré d'homophobie a été estimé de manière subtile à l'aide d'un questionnaire. Nous avons ensuite mesuré pour chaque volontaire l'intensité de son impulsion attractive ou répulsive à la vue d'images homosexuelles et hétérosexuelles grâce à des tâches dites du mannequin: un petit bonhomme apparaît en haut ou en bas de l'écran. Une photo est ensuite affichée au centre. Le participant peut déplacer le petit bonhomme à l'aide des touches du clavier. On lui demande alors de l'éloigner ou de l'approcher le plus vite possible de l'image centrale selon si cette dernière a un contenu homosexuel ou hétérosexuel.



Les consignes changent d'une session à l'autre. Les différentes vitesses mesurées nous permettent d'obtenir une valeur pour cette impulsion.

Et ensuite?

Nous avons mesuré le temps de regard des volontaires devant des images homosexuelles. Et c'est là que nous avons pu montrer qu'un haut degré d'homophobie et une forte attraction impulsive vers des stimuli homosexuels permettent de prédire que telle personne passera plus de temps à regarder une image à caractère homosexuel que telle autre.

Qu'en concluez-vous?

Nos résultats suggèrent qu'une partie des hommes homophobes le sont par leur éducation ou leur environnement social. En revanche, il existe aussi des hommes qui ont un intérêt pour l'homosexualité mais qui le cachent, sous l'effet de la pression sociale par exemple, et développent en réaction une attitude homophobe. Cette catégorie de personnes nous intéresse car ces individus sont en réalité également des victimes. Une telle dissonance entre leurs impulsions intimes et leurs attitudes déclarées doit probablement avoir des conséquences négatives sur leur niveau de bien-être. C'est un aspect qui reste à étudier.

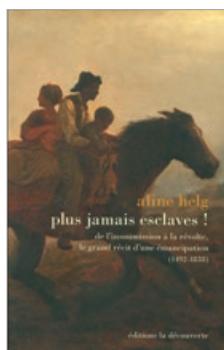
Les homosexuels refoulés et homophobes sont-ils plus agressifs face à l'homosexualité?

Je l'ignore. Notre étude ne s'est pas intéressée à la question. Mais il est envisageable que la peur de ressentir une attraction homosexuelle puisse engendrer un mécanisme défensif agressif envers les personnes homosexuelles.

LES CHEMINS DE LA LIBERTÉ

ESCLAVAGE : L'ÉMANCIPATION RACONTÉE DE L'INTÉRIEUR

**PRENANT À CONTRE-
PIED L'HISTORIOGRAPHIE
TRADITIONNELLE, LE
DERNIER OUVRAGE
D'ALINE HELG MONTRE
QUE DES MILLIERS DE
CAPTIFS ONT PROFITÉ
DES FAILLES DU
SYSTÈME COLONIAL
POUR S'ÉMANCIPER,
PAR DES MOYENS
LÉGAUX OU NON, BIEN
AVANT L'ABOLITION DE
L'ESCLAVAGE**



Plus jamais esclaves !

« De l'insoumission
à la révolte, le grand
récit d'une émancipa-
tion (1492-1838) »

par Aline Helg,
Ed. La Découverte, 419 p.

Dans la plus pure tradition du western spaghetti, le *Django* doublement oscarisé du cinéaste américain Quentin Tarantino arrache sa liberté à coups de revolver avant de libérer sa promise en faisant exploser la plantation de son maître dans un festival d'effets pyrotechniques. Voilà pour la fiction. Dans la réalité, des milliers d'esclaves sont effectivement parvenus à briser leurs chaînes bien avant l'abolition définitive de ce système mais, le plus souvent, sans recourir à la violence.

C'est leur histoire que reconstitue aujourd'hui Aline Helg, professeure au Département d'histoire (Faculté des lettres), dans une enquête d'une ampleur inédite à ce jour. Son travail couvre l'ensemble du continent américain et des Caraïbes, de la conquête espagnole au milieu du XIX^e siècle. Il montre que, de tout temps, les populations captives se sont efforcées de saper les bases du système qui les opprimeait en tirant profit de ses moindres failles.

« L'historiographie traditionnelle a longtemps valorisé le rôle des élites blanches dans le processus d'émancipation, explique Aline Helg. Le propos de ce livre est de redonner la parole aux esclaves en montrant qu'ils ont été les premiers acteurs de leur libération. Lorsqu'on répertorie l'ensemble des événements qui se rapportent au long processus de lutte contre l'esclavage sur l'ensemble du continent américain et des Caraïbes, on s'aperçoit en effet que, derrière le modèle dominant de la plantation esclavagiste, il y a une autre Amérique, habitée par des esclaves affranchis qui se construit progressivement dans les zones frontières, les arrière-pays et les villes. Des populations qui vont contribuer à la colonisation de vastes régions, ce dont témoigne encore aujourd'hui la carte ethnique du continent. »

Tous marron De tous les moyens utilisés par les esclaves pour échapper au joug colonial, la fuite est, de très loin, le plus répandu. Aline Helg estime qu'au cours des deux premiers siècles suivant la conquête des Amériques, près de 10% des captifs réussissent ainsi à s'échapper. Malgré les moyens parfois importants déployés par les propriétaires, contraints à engager des chasseurs professionnels, à former des milices ou à faire venir des troupes d'Europe pour éviter que cette pratique ne se propage à une trop grande ampleur, nombreux sont ceux qui parviennent à se fondre dans l'anonymat des villes, à s'engager sur un navire ou à se perdre dans les immenses zones de l'arrière-pays qui échappent encore à tout contrôle.

Et si certains de ces « marron » subsistent grâce au pillage, d'autres mettent sur pied de véritables communautés pouvant compter plusieurs milliers d'habitants et dont certaines existent encore aujourd'hui. A titre d'exemple, le palenque de Palmares, dans la province de Pernambouc au Brésil, abritait ainsi entre 18 000 et 30 000 fugitifs vers 1675.

« Certains de ces refuges illégaux ont été mis à feu et à sang par les autorités ou sont entrés en conflit avec les populations autochtones amérindiennes, complète Aline Helg. Mais d'autres sont parvenus à prendre une telle importance qu'ils ont fini par obtenir la signature de traités reconnaissant leur liberté à condition de ne pas accueillir de nouveaux fuyards et d'assister militairement la Couronne en cas de besoin. » Conséquence : la majorité de la population afro-descendante actuelle du Panama, de l'arrière-pays de Veracruz au Mexique, de la région intérieure colombo-vénézuélienne, trouve ses origines dans ces sociétés établies parfois dès les premières heures du XVI^e siècle.





AFP / ISIDOR / LEEMAGE

Le droit du plus faible Solution risquée, la mort ou le fouet attendant ceux qui se font reprendre, l'évasion n'est pas le seul chemin vers l'émancipation. Rapidement limitée dans les colonies françaises, anglaises et néerlandaises, la possibilité de racheter sa propre liberté existe dans les territoires sous domination espagnole et portugaise jusqu'à la fin de l'esclavage dans ces régions. Hérité du droit romain et étendu ensuite au Nouveau Monde, le procédé repose sur l'idée qu'il est justifié pour tout esclave de tenter d'échapper à sa condition soit par l'achat de sa liberté, soit en étant affranchi par son maître. Et il est strictement codifié. Il est ainsi possible d'étager le paiement par acompte ou d'acheter la liberté d'un tiers, mais la somme exigée ne doit en aucun cas dépasser le prix d'achat de l'esclave concerné.

Le système a cependant ses limites, un enfant naissant avant que sa mère ne soit complètement émancipée n'étant pas considéré comme libre. Il nécessite par ailleurs de réunir une somme équivalant souvent à une dizaine, voire à une quinzaine d'années de travail supplémentaire en général le soir ou le dimanche.

«Les femmes ont été plus nombreuses que les hommes à saisir cette opportunité, explique Aline Helg. Non pas comme le voudrait une lecture machiste parce qu'il s'agissait de concubines vivant avec des hommes blancs mais parce qu'elles étaient plus fortement présentes dans les villes où l'économie était monétarisée et où elles étaient autorisées à travailler à leur compte le dimanche et les jours de fête. Cela leur permettait d'accumuler un petit pécule en lavant du linge ou en vendant des produits sur les marchés.»

Parallèlement à cette procédure, qui aurait permis à près d'un tiers des esclaves des villes hispano-portugaises de dépasser leur condition, les maîtres disposaient également de la possibilité d'affranchir volontairement leurs esclaves les plus méritants. Certains en ont certes profité pour livrer à la rue un personnel devenu trop vieux pour être utile, mais d'autres semblent s'être montrés moins cyniques, à l'image de George Washington, le premier président des Etats-Unis, qui inscrivit dans son testament que tous ses esclaves devaient être libérés après la mort de son épouse.

«Dans le cas d'un rachat de liberté comme dans celui d'un affranchissement, la réussite du projet nécessite

de maintenir de bonnes relations avec le propriétaire, précise Aline Helg, car, sans le consentement de celui-ci, l'esclave qui cherchait à racheter sa liberté risquait de devoir engager des poursuites légales longues, coûteuses et dont l'issue n'était pas garantie.»

Au moment de la conquête des Amériques, lors des guerres d'indépendance ou dans le cadre de conflits ponctuels, certains esclaves ont par ailleurs gagné leur liberté en s'enrôlant dans l'armée de tel ou tel camp. Les colons étant globalement réticents à armer leurs subordonnés, rares sont cependant ceux qui font réellement une carrière militaire, la plupart servant en tant que sapeurs, éclaireurs ou porteurs. «Même si elle est restée relativement mineure en termes numériques jusqu'à la Guerre de Sept Ans (lire ci-contre), cette pratique a fait évoluer le regard porté sur les esclaves, qui ne sont plus dès lors uniquement perçus comme des «biens meubles» mais comme des patriotes, voire des héros, prêts à donner leur vie pour leur roi ou leur ville», ajoute la chercheuse.

Le spectre de la révolte Contrairement à une vision largement répandue selon laquelle les deux cent cinquante ans ayant suivi la conquête

des Amériques n'auraient été qu'une longue succession d'insurrections, la révolte des esclaves apparaît, selon les résultats obtenus par Aline Helg, comme un recours qui reste marginal. Deux éléments peuvent être avancés pour expliquer cette différence de perception. Le premier tient au fait que beaucoup d'historiens ont pris pour argent comptant les documents des tribunaux de l'époque aux yeux desquels le fait d'envisager le meurtre d'un Blanc était puni de manière aussi sévère que le passage à l'acte. Le second est à mettre en relation avec la crainte que suscite l'idée d'une insurrection noire visant à éradiquer les Blancs au sein d'une population coloniale très largement minoritaire. Sur l'ensemble de la période considérée et du territoire des Amériques, il y a en effet quatre fois plus d'Africains déportés que d'immigrants blancs.

« Ce scénario est évoqué pour la première fois à Mexico en 1537 dans le cadre d'un complot supposé impliquant des Noirs et des Indiens dont l'objectif aurait été de renverser le pouvoir en place, explique Aline Helg. Cette hantise de la conspiration va ensuite durablement s'installer dans l'esprit des populations blanches, ce qui va permettre de justifier de véritables orgies de feu, de sang et de torture au moindre signe de désobéissance collective. »

Il faut néanmoins attendre la seconde partie du XVIII^e siècle pour que l'idée terrorisant les populations blanches devienne réalité. Un premier soulèvement d'envergure survient ainsi

dans la colonie néerlandaise de Berbice en 1763. Quarante ans plus tard, c'est au tour des esclaves de Saint-Domingue de prendre les armes dans le cadre d'une révolution qui aboutit, en 1804, à la libération des 400 000 esclaves de l'île, à la défaite des troupes napoléoniennes et à la proclamation de la première république noire de l'histoire. Suivent une série d'émeutes dans les Antilles anglaises (la Barbade en 1816, Demerara en 1823 et la Jamaïque en 1831) qui achèvent de convaincre les abolitionnistes britanniques de l'inhumanité de l'esclavagisme.

« Il ressort de mon travail que les esclaves ne sont pas ces êtres totalement aliénés et n'ayant rien à perdre souvent décrits par l'historiographie traditionnelle, conclut Aline Helg. Ils peuvent avoir des amis, une famille, des projets et il est donc logique qu'ils ne prennent pas de risques inconsidérés en s'engageant dans une entreprise ayant peu de chance d'aboutir. D'autre part, en cherchant constamment à exploiter les rares failles du système, les esclaves apparaissent comme les premiers acteurs d'une libération qui n'a été entérinée par le haut que lorsqu'il n'était plus possible de faire autrement. »

Vincent Monnet

« CETTE HANTISE DE LA CONSPIRATION VA PERMETTRE DE JUSTIFIER DE VÉRITABLES ORGIES DE FEU, DE SANG ET DE TORTURE AU MOINDRE SIGNE DE DÉSOBÉISSANCE COLLECTIVE »

LA GUERRE DE SEPT ANS : UN TOURNANT DÉCISIF

Le 29 août 1756 est un jour à marquer d'une pierre blanche dans l'histoire de l'esclavage. Avec le déclenchement de la Guerre de Sept ans, qui oppose le Royaume de France à celui de Grande-Bretagne, s'ouvre en effet un conflit qui va profondément modifier l'équilibre des colonies du continent américain et des Caraïbes, ouvrant des perspectives inédites aux millions d'esclaves arrachés à l'Afrique qui y ont été déportés et à leurs descendants. Cette guerre, qui est considérée comme la première ayant une dimension mondiale, élargit tout

d'abord considérablement les possibilités d'émancipation au travers de l'engagement militaire, en particulier dans le camp anglais. Instrumentalisant les esclaves dans sa lutte contre ses propres colonies, la Grande-Bretagne appelle en effet les populations captives à rejoindre les troupes de Sa Majesté en échange de la liberté. Résultat : près de 25 000 esclaves fuient en Virginie à partir de 1778, tandis qu'ils sont environ 20 000 en Caroline du Sud (soit un quart de la population servile de l'Etat) et 5 000 en Géorgie (soit un captif sur trois). Modifiant les rapports de force

dans l'ensemble des Amériques et des Caraïbes, la guerre entraîne par ailleurs d'importants mouvements de population qui facilitent la fuite dans l'arrière-pays de ceux qui ne veulent pas s'engager. Les débats qu'elle suscite notamment autour de la notion de liberté individuelle ouvrent une autre brèche dans laquelle les esclaves vont s'efforcer de s'engouffrer en lançant des pétitions à leurs souverains respectifs pour réclamer leur libération au nom des Evangiles ou en se référant à de supposés décrets royaux promettant la liberté aux esclaves

convertis au christianisme. Enfin, laissant les colonies dépourvues de défense, affaiblies sur le plan économique et divisées politiquement entre loyalistes, indépendantistes et révolutionnaires, le conflit permet aux populations serviles d'entrevoir la possibilité d'une révolte à l'issue victorieuse. Une opportunité que les quelque 500 000 à 600 000 esclaves de Saint-Domingue seront les premiers à saisir avec succès, créant une onde de choc qui aura d'immenses répercussions sur l'ensemble du continent américain.

VM

AUX RACINES DE L'ÉVOLUTION

LE LOGICIEL QUI ÉLAGUE L'ARBRE DE LA VIE

MALGRÉ UNE MASSE D'INFORMATIONS GÉNÉTIQUES SANS CESSE GRANDISSANTE, IL N'EST PAS TOUJOURS AISÉ DE CLARIFIER LES LIENS DE PARENTÉ EXISTANT ENTRE LES ESPÈCES VIVANTES. UNE MÉTHODE RÉCENTE FAIT LE TRI ET PERMET DE TRANCER DANS CERTAINS CAS NOTABLES DE DÉSACCORD ENTRE MORPHOLOGISTES ET GÉNÉTICIENS

L'arbre de la vie illustre les liens de parenté qui existent entre toutes les formes de vie sur Terre. Depuis toujours les biologistes tentent de placer aux bons endroits les branches de ce vénérable végétal en se basant sur la comparaison de caractères morphologiques puis, surtout, génétiques. Pourtant, malgré les quantités astronomiques de données génétiques à disposition et le développement d'ordinateurs de plus en plus puissants pour les traiter, les modèles mathématiques qui dessinent ces arbres phylogénétiques commettent parfois encore des erreurs. C'est dans le but de remédier à ce type de défaillances que Juan Montoya-Burgos et Carlos Rivera-Rivera, respectivement directeur de laboratoire et doctorant au Département de génétique et évolution (Faculté des sciences), ont mis au point un nouveau logiciel. Publié le 23 février dans la version en ligne de *Molecular Biology and Evolution* – il illustre également la couverture de l'édition imprimée du mois de juin –, leur outil, baptisé LS³, permet de résoudre un biais spécifique appelé «l'attraction des longues branches», une erreur qui peut avoir une fâcheuse tendance à s'amplifier lorsqu'on cherche à l'atténuer à grand renfort de nouvelles données. Explications.

Les longues branches s'attirent Pour réaliser leurs arbres phylogénétiques, les biologistes disposent de plusieurs modèles. Ces derniers analysent les différences apparaissant entre les séquences génétiques des espèces étudiées et calculent les liens de parenté les plus probables.

Ces modèles sont basés sur le principe que toutes les espèces prises en compte évoluent à des vitesses proches.

«Le biais d'attraction des longues branches (LBA) est un artefact – une erreur – produit par les modèles lorsque ceux-ci comparent des espèces dont les vitesses d'évolution sont très différentes les unes des autres», explique Juan Montoya-Burgos. Certaines espèces accumulent en effet des mutations dans leur patrimoine génétique plus rapidement que d'autres (lire ci-contre). Dans ce cas, les valeurs

**D'UN SEUL COUP,
LES LAPINS ET LES
RONGEURS, POURTANT
PROCHES DU POINT DE
VUE MORPHOLOGIQUE,
SE SONT VUS SÉPARÉS
LES UNS DES AUTRES**

moyennes des paramètres qu'utilise le modèle s'éloignent trop de la réalité, ce qui génère un résultat erroné.»

Ces lignées à forte vitesse d'évolution ont la particularité d'apparaître sur les arbres phylogénétiques avec une barre (branche) plus longue que la moyenne. Les modèles, qui interprètent mal ces vitesses d'évolution hétérogènes, ont alors tendance à produire des arbres dans lesquels ces longues branches sont artificiellement rapprochées les unes des autres – d'où le nom du biais.



JUAN MONTOYA-BURGOS

POISSON-CHAT DU GENRE «CLARIAS», DE LA FAMILLE DES «CLARIIDAE» ET DE L'ORDRE DES SILURIFORMES.

A une époque où les machines à séquencer l'ADN produisent des millions de nouvelles séquences chaque mois, on pourrait penser qu'il suffit d'augmenter la quantité de données pour atténuer ce biais, voire le faire disparaître. Le problème, c'est qu'il s'agit souvent d'une erreur systématique. Dans un tel cas, multiplier les données génétiques fournies au modèle ne fait qu'augmenter son amplitude.

Le LBA s'est notamment manifesté lors des premières tentatives visant à classer les mammifères placentaires à l'aide de données génétiques. D'un seul coup, les lagomorphes (lapins, lièvres...) et les rongeurs (souris, écureuils, cochons d'Inde...), pourtant proches du point de vue morphologique, se sont vus séparés les uns des autres, les seconds étant placés sur le même embranchement que les primates (humains, singes...) et tous les laurasiathériens (hérissons, chauves-souris, chiens, chevaux, baleines, vaches, cochons...).

Autre exemple : les modèles d'évolution, sous l'influence du LBA, ont dans un premier temps estimé que les arthropodes (insectes, arachnides, crustacés...) avaient une parenté commune plus récente avec les deutérostomes (de l'étoile de mer à l'être humain) qu'avec les nématodes (vers ronds). En réalité, il est actuellement admis que dans ce trio, ce sont les arthropodes et nématodes qui sont les cousins les plus proches.

L'arbre à poissons-chats «*J'ai moi aussi été confronté à l'artefact LBA*, raconte Juan Montoya-Burgos. *Cela remonte à une quinzaine d'années, lorsque je travaillais à ma thèse sur les poissons-chats (siluriformes), un ordre qui regroupe, à lui seul, le quart des poissons d'eau douce du monde et qui doit son nom aux barbillons que ses membres portent sur le nez.*»

Divisés en trois lignées bien distinctes, les Loricarioidei (L), les Siluroidei (S) et les Diplomystidés (D), les poissons-chats représentent un cas d'école pour la classification des espèces. Sur la base de considérations morphologiques, les biologistes estiment que L et S partagent un ancêtre commun (SL) qui lui-même possède un autre ancêtre commun plus ancien avec D. Cette classification (LS-D) est solide du point de vue morphologique et, pour Juan Montoya-Burgos, difficile à mettre en doute.

Sa surprise est donc totale lorsque, dans le cadre de sa thèse, il soumet à l'analyse deux gènes communs à tous les poissons-chats et dont il a décrypté les séquences pour un grand nombre d'espèces. Pour le premier, l'analyse phylogénétique produit les mêmes relations trouvées par les morphologistes (LS-D). Pour le second, en revanche, elle aboutit d'abord sur un ancêtre commun entre S et D puis sur un autre, plus ancien, avec L (SD-L), en contradiction flagrante avec le résultat précédent.

«D'emblée, je n'ai pas cru à l'information délivrée par le second gène, affirme Juan Montoya-Burgos. J'ai tout de suite pensé à un artefact. D'ailleurs, on remarque sur l'arbre que certaines branches sont plus longues que d'autres et qu'elles s'attirent. Mais les moyens théoriques et informatiques de l'époque étant insuffisants, j'étais incapable de le prouver. Je n'ai donc pas publié ce résultat en me disant que je réglerais ce problème plus tard.»

Cependant, en 2006, une équipe américaine publie dans *Molecular Phylogenetics and Evolution* l'analyse de deux autres gènes communs aux poissons-chats et obtient le même résultat que celui que Juan Montoya-Burgos a précisément écarté. Contre l'intuition du biologiste genevois, la solution fournie par la biologie moléculaire (SD-L) est alors considérée comme le meilleur reflet de la réalité, au détriment de celle des morphologistes (LS-D).

Plusieurs années plus tard, toujours pas convaincu par cette nouvelle classification, Juan Montoya-Burgos décide enfin de se pencher sérieusement sur le problème du LBA. Partant du constat qu'il est très difficile d'améliorer les modèles pour qu'ils correspondent mieux à la réalité, lui et

Carlos Rivera-Rivera choisissent de faire le contraire, soit d'adapter les données au modèle. La démarche est provocante, mais elle se base sur des critères très précis et solides. Ainsi est né LS³.

Enlever des données «En résumé, il s'agit d'une méthode objective permettant de trier les données de manière à ne conserver que celles qui sont adaptées aux modèles, explique Juan Montoya-Burgos. Concrètement, le logiciel élimine les portions de séquences d'ADN – et non pas l'ensemble de l'information pour une espèce comme cela s'est fait avant – qui ont évolué trop vite. Il commence par ôter celle qui est la plus problématique et répète l'analyse. Si le biais est toujours présent, il enlève une deuxième portion et ainsi de suite, jusqu'à ce que les vitesses d'évolution des séquences restantes soient homogènes.»

Pour s'assurer que le logiciel fonctionne bien, il a été confronté à des simulations, c'est-à-dire à des ensembles de données conçus de telle manière qu'ils génèrent à coup sûr des artefacts. Il a ensuite dû résoudre deux problèmes réels dont les solutions sont connues, en l'occurrence ceux précités des lapins et des vers ronds. A chaque fois, LS³ s'en est sorti haut la main en élaguant judicieusement les portions de séquences évoluant trop vite, afin de faire ressortir les branchements sous-jacents.

CE N'EST PAS SEULEMENT LES SÉQUENCES QUI ONT ÉVOLUÉ TROP VITE QUI POSENT PROBLÈME MAIS AUSSI CELLES QUI CHANGENT TROP LENTEMENT

L'étape suivante consiste désormais à vérifier que le logiciel est capable de trancher dans des cas non encore résolus, comme celui des poissons-chats. «Curieusement, cela n'a pas fonctionné tout de suite, admet Juan Montoya-Burgos. Le logiciel a enlevé des données tant et plus qu'il n'en restait plus assez à la fin pour faire tourner le modèle de manière fiable. C'est alors que nous avons compris que ce n'est pas seulement les séquences qui ont évolué trop vite qui posent problème mais aussi celles qui changent trop lentement. Nous avons donc perfectionné notre logiciel, dont la nouvelle version s'appelle LS4 [non encore publiée, ndlr]. Grâce à elle, nous avons enfin pu résoudre l'arbre des poissons-chats.»

Et donner raison à qui?
Aux morphologistes.

Anton Vos

ARBRE PHYLOGÉNÉTIQUE
COMPORTANT DES ESPÈCES
D'EUKARYOTES (ORGANISMES COMPOSÉS
DE CELLULES POSSÉDANT
UN NOYAU).

LUCA («LAST UNIVERSAL
COMMON ANCESTOR»)
EST LE DERNIER ANCÊTRE
COMMUN UNIVERSEL DE
TOUTES LES FORMES DE VIE
SUR TERRE, Y COMPRIS LES
ARCHAE ET DES BACTÉRIES
QUI SONT ABSENTES DE
CET ARBRE.

L'ÉVOLUTION EST LE
RÉSULTAT DE MUTATIONS
GÉNÉTIQUES ALÉATOIRES
CONSERVÉES SOIT PAR
LE HASARD (MUTATIONS
NEUTRES), SOIT PAR LA
SÉLECTION NATURELLE.

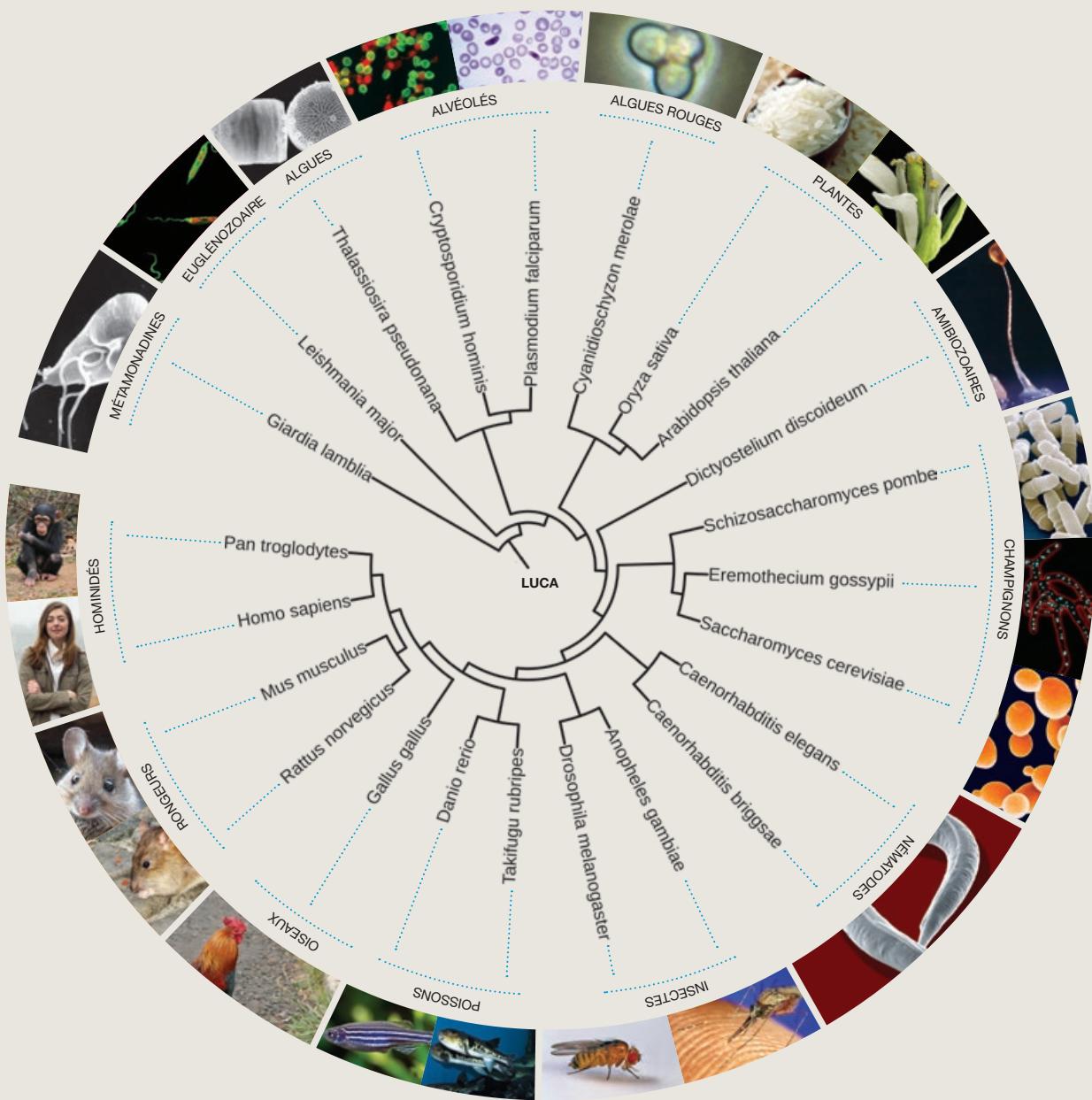
LA SOURCE DE CES
MUTATIONS SE TROUVE EN
GÉNÉRAL DANS DES RATÉS
QUI SURVIENNENT RÉGULIÈREMENT
DANS LES CELLULES
REPRODUCTRICES LORS
DE LA RÉPLICATION DE LEUR
ADN. CERTAINES DISPARAISSENT PARCE QUE
LA PROGÉNITURE N'EST
PAS VISIBLE, D'AUTRES
SONT CONSERVÉES, CAR
ELLES SONT NEUTRES
OU BÉNÉFIQUES.

PLUS LE TEMPS SÉPARANT
DEUX GÉNÉRATIONS EST
COURT (C'EST SOUVENT
LE CAS CHEZ LES ESPÈCES
DE PETITES TAILLES
MAIS PAS TOUJOURS),
PLUS L'ACCUMULATION
DE MUTATIONS EST
IMPORTANTE.

PLUS LA TAILLE DE
POPULATION (TAILLE
EFFICACE) D'UNE ESPÈCE
ANIMALE EST PETITE, MOINS
LA SÉLECTION NATURELLE
EST VIVE, PERMETTANT
LÀ AUSSI À UN PLUS GRAND
NOMBRE D'ERREURS
DE SUBSISTER ET DE
CIRCULER DANS LE
PATRIMOINE GÉNÉTIQUE
DE LA POPULATION.

LES GÈNES TRÈS IMPORTANTS POUR LA SURVIE NE
CHANGENT PRESQUE PAS,
LA MOINDRE MUTATION
POUVAIT ÊTRE FATALE
À L'INDIVIDU.

D'AUTRES FACTEURS
PEUVENT ÉGALEMENT
ENTRENI EN LIGNE DE
COMPTE COMME LA
DUPLICATION, UN PROCESSUS QUI VOIT UN DOUBLEMENT
D'UNE PORTION
DU CHROMOSOME OU
DU CHROMOSOME ENTIER
(VOIRE MÊME DE TOUT LE
GÉNOME) ET LORS DUQUEL
LA VITESSE D'ÉVOLUTION
EST LÀ AUSSI MOMENTANÉEMENT AUGMENTÉE.



DANS LA RAMURE DE L'ARBRE DE LA VIE

De l'arbre de la vie, on ne connaît en somme que la cime. Les innombrables extrémités de brindilles qui composent cette vaste canopée représentent les espèces telles qu'elles existent aujourd'hui. Plonger en dessous, là où les branches se rassemblent de proche en proche, revient à remonter le cours de l'évolution et à identifier les liens de parenté entre les différentes formes de vie.

Ce type de représentation est notamment popularisé par Charles Darwin dans son *Origine des*

espèces au moyen de la sélection naturelle en 1859. Le savant britannique voit dans la compétition entre les rameaux bourgeonnants la même rivalité qui oppose les espèces pour assurer leur survie. Celles qui parviennent à la lumière représentent les espèces qui ont réussi à s'adapter. Les branches mortes symbolisent, quant à elles, les lignées éteintes dont il ne reste, au mieux, que des fossiles. Aujourd'hui, grâce à la génétique et à la puissance des ordinateurs, il est possible de dessiner des

arbres phylogénétiques de grande envergure, englobant les animaux, les plantes mais aussi les bactéries et les archaebactéries (voire même les virus). Ces arbres complexes ne sont pas exempts d'erreurs (lire ci-dessus), mais ils permettent de fournir une image de plus en plus précise de l'histoire de l'évolution. Sur ces représentations, la canopée symbolise les espèces vivantes. A la racine, là où toutes les branches finissent par se rejoindre, se trouve, théoriquement du moins, l'organisme qui a été le dernier ancêtre

commun à toutes les formes de vie actuelles : LUCA (*Last Universal Common Ancestor*). Il ne s'agit pas de la première forme de vie apparue sur Terre puisque LUCA descend lui-même d'autres ancêtres. Les chercheurs tentent actuellement de reconstruire quelques-unes de ses propriétés en se basant sur les points communs à toutes les formes de vie connues (présence d'ADN, d'ARN, fabrication de protéines, division cellulaire, etc.).



FIN DE VIE

EN SUISSE, ON NE RETIENT PLUS SON DERNIER SOUFFLE

PRÈS DE 60 % DES DÉCÈS EN SUISSE SONT AUJOURD'HUI PRÉCÉDÉS D'AU MOINS UNE DÉCISION DE FIN DE VIE IMPLIQUANT UN MÉDECIN ET DONT LA CONSÉQUENCE EST DE LEVER LES DERNIERS OBSTACLES À LA VENUE DE LA MORT

La mort, en Suisse, est de plus en plus médicalisée. Aujourd'hui, la grande majorité des décès (58,7% de tous les décès ou 80% des décès non soudains) est en effet précédée d'au moins une décision de fin de vie susceptible de hâter la survenue de la mort, le plus souvent prise en concertation avec le patient. Telle est la principale conclusion d'une étude parue le 29 février dans la revue *JAMA Internal Medicine*. Réalisé par une équipe de l'Université de Zurich et à laquelle a aussi participé Samia Hurst, professeure-associée et responsable de l'Institut Ethique Histoire Humanités (Faculté de médecine), le travail compare les chiffres de 2013 avec ceux obtenus lors d'une enquête similaire menée en 2001. Les résultats montrent également que les cas d'euthanasie et d'assistance au suicide, bien qu'en hausse, demeurent à des niveaux très bas (2,2% en 2013 contre 1% en 2001).

Le type de décision le plus fréquent rencontré en Suisse est le renoncement ou l'interruption d'une mesure de maintien en vie (35,2% des décès en 2013 contre 28,7% en 2001). C'est le chiffre qui illustre le mieux l'entrée dans les mœurs du refus de l'acharnement thérapeutique. Il signifie que l'on est prêt à renoncer ou à arrêter des traitements ou des appareils qui maintiennent en vie lorsque ceux-ci commencent à faire porter au patient un fardeau trop lourd et, surtout, en pure perte. Ça n'a pas toujours été le cas.

Sus à l'acharnement «*Dans les années 1950, avec l'essor des soins intensifs et, en particulier, l'introduction de la ventilation mécanique, on a appris à allumer la machine mais personne n'osait plus l'éteindre*, commente Samia Hurst.

Cela générât des situations insupportables pour l'entourage du patient aussi bien que pour le personnel soignant. Les médecins ne souhaitaient pas forcément s'acharner à sauver des patients pour lesquels il n'y avait plus d'espoir, mais ils sentaient qu'ils y étaient contraints. La résistance s'est mise en place dès les années 1960 et 1970 et ce rude combat a finalement mené à l'abandon progressif de l'acharnement thérapeutique. Cela dit, il n'est pas toujours aisés de reconnaître ce moment crucial où l'espoir s'est éteint et où il vaut mieux, pour le bien-être et la dignité du patient, autoriser la mort à venir. C'est un instant entouré d'incertitudes et qui peut faire l'objet de désaccords profonds. Quo qu'il en soit, la loi suisse n'interdit pas de « débrancher la machine ».

ON EST PRÊT À RENONCER À DES TRAITEMENTS QUI MAINTIENNENT EN VIE LORSQU'ILS COMMENCENT À FAIRE PORTER AU PATIENT UN FARDEAU TROP LOURD

Elle ne prohibe pas non plus le geste qui consiste à augmenter les traitements destinés à soigner la douleur ou les symptômes au point de risquer de précipiter la fin de vie. Cette pratique est associée à 21,3% des décès en Suisse (chiffre stable depuis 2001). Elle est mise en œuvre en concertation avec le patient ou son entourage et vise avant tout à offrir davantage de confort au malade. Le risque que la mort en soit une

conséquence est connu et pris en compte dans la décision, mais certaines études récentes le relativisent. Des résultats troublants, parus dans la revue *Archives of Internal Medicine* du 10 février 2003 font même état d'une survie prolongée du patient sous l'effet de doses importantes de médicaments antidouleur.

Autre résultat notable: le nombre de décès accompagnés par la sédation palliative. En douze ans, il a plus que triplé, passant de 4,7% en 2001 à 17,5% en 2013. Sans être considérée comme une décision de fin de vie en soi mais pouvant l'accompagner, cette pratique consiste à endormir le patient, de manière intermittente ou continue, lorsque les soins palliatifs traditionnels ne parviennent plus à contrôler les symptômes de la maladie (douleurs, angoisses, etc.). Une fois plongée dans ce coma induit, il arrive que la personne ne se réveille plus – certains patients demandent d'ailleurs explicitement à ne pas l'être, de peur de voir la douleur resurgir en reprenant conscience.

Aide au suicide L'assistance au suicide, quant à elle, demeure une option largement minoritaire. Cette pratique, légale en Suisse, permet à une personne d'en aider une autre à se donner la mort sans le faire à sa place, et, surtout, en obéissant à un mobile purement altruiste. L'aide au suicide, pratiquée essentiellement par des associations spécialisées

comme Exit ou Dignitas, compte pour 1,1% des décès enregistrés en Suisse en 2013, contre seulement 0,3% en 2001. Les chiffres restent faibles, mais l'augmentation n'en est pas moins statistiquement significative et d'aucuns pourraient y voir une source d'inquiétude, ou le début de ce que l'on appelle la « pente glissante ».

« L'expression de pente glissante, souvent utilisée pour condamner l'assistance au suicide, doit servir à qualifier le passage de cas jugés admissibles à d'autres qui ne le sont pas », souligne Samia Hurst. Il ne suffit pas que l'on enregistre un changement, encore faut-il que celui-ci aille inévitablement dans la mauvaise

direction. Une pente glissante serait par exemple que la légalisation de l'assistance au suicide conduise à une banalisation de l'acte consistant à mettre fin à la vie et par conséquent à une multiplication des meurtres par compassion. Or, ce n'est pas ce que l'on observe. Cela dit, la législation sur l'aide au suicide en Suisse a été rédigée en 1918 et a été introduite dans le Code pénal en 1942 (lire encadré). Il manque les données antérieures pour savoir ce qui a changé lorsque la loi est entrée en vigueur. »

La Belgique, qui a légalisé l'euthanasie et l'assistance médicalisée au suicide en 2002, a fait l'exercice, à savoir la comparaison entre les situations avant et après le changement de loi. Il en ressort d'abord que le recours aux soins palliatifs

L'ÉTUDE MONTRE QUE LES CAS D'EUTHANASIE NE REPRÉSENTENT QU'ENVIRON 1 % (CHIFFRE STABLE DEPUIS 2001) DES DÉCÈS EN SUISSE

a augmenté, contredisant les craintes que la mort volontaire devienne une alternative concurrente à ce type de traitements de fin de vie. Quant à la pratique de l'euthanasie, curieusement, elle est restée globalement stable. Ce qui a changé, c'est le nombre de cas pratiqués avec l'accord du patient qui a augmenté et compensé assez exactement la baisse des cas pratiqués sans concertation. « De manière générale, je ne crois pas, à entendre les débats sur la question, que l'autorisation de l'assistance au suicide ait banalisé les actes de fin de vie », précise Samia Hurst. On sait que les critères des associations d'aide au suicide se sont élargis, mais



La mort en Suisse en 2013

Les résultats de l'étude parue le 29 février dans la revue «JAMA Internal Medicine»

Nombre de décès en Suisse en 2013: 65 000

Données de l'étude: 3173 questionnaires remplis par des médecins sur la base de certificats et constats de décès obtenus en 2013.

Résultats: 71,4 % des décès (chiffre stable) ne sont pas survenus de manière soudaine.

58,7 % des décès ont été précédés d'au moins une décision de fin de vie, un chiffre en augmentation comme en Belgique et aux Pays-Bas.

L'arrêt ou le renoncement à des traitements de maintien en vie (en hausse) ainsi que l'augmentation du traitement de la douleur et des symptômes (stable) sont les principales décisions de fin de vie.

L'assistance au suicide (1,1 % des décès en 2013) est la principale composante des décès assistés par des médecins. Il est impossible de savoir quelle part occupent les étrangers non résidents en Suisse dans ce total.

La sédation palliative a accompagné 17,5 % des décès (forte augmentation).

ils sont toujours beaucoup plus sévères que ce que permet la loi. Plusieurs parlementaires ont voulu la durcir. Ils n'y sont jamais parvenus.»

L'euthanasie rare L'étude montre aussi que les pratiques jugées hors-la-loi en Suisse sont rares. Les cas d'euthanasie à proprement parler, c'est-à-dire l'administration d'un produit avec l'intention de mettre fin aux jours du patient, avec ou sans son accord, ne représentent qu'environ 1% (chiffre stable depuis 2001) des décès en Suisse. Selon la loi, ce geste s'apparente à un meurtre. Qu'il s'agisse d'un meurtre commis par compassion ou sur demande du malade lui-même n'y change rien.

«On retrouve un petit nombre de cas d'euthanasie dans tous les pays où il existe des études sur la fin de vie, précise Samia Hurst. En général, ce sont les infirmiers (qui maîtrisent le geste), confrontés à une souffrance insupportable, qui prennent les devants et acceptent d'injecter une dose létale. Malgré les risques.»

Si ces médecins ont malgré tout accepté de signaler ce genre de cas dans le cadre de cette étude,

c'est en grande partie parce qu'ils ont été rassurés par la méthode utilisée, qui représente la référence actuelle dans le domaine. Calquée sur le système du vote par correspondance, elle garantit en effet un anonymat absolu. Le procédé est le suivant: les chercheurs récoltent auprès de l'état civil des certificats et constats de décès et envoient dans les 15 jours aux médecins qui les ont obligatoirement signés un questionnaire très précis. Les réponses sont ensuite glissées dans une enveloppe neutre avant d'être renvoyées. Le dépouillement est effectué par une entité différente, en l'occurrence l'Académie suisse des sciences médicales. Cette dernière rassemble les plis fermés et anonymes et les fait parvenir aux chercheurs qui n'ont alors plus aucun moyen de remonter à la source. «C'est au prix de ce genre de précautions que cette méthode donne des résultats plus fiables que les statistiques officielles, précise Samia Hurst. Elle a été testée en Belgique et aux Pays-Bas et est maintenant utilisée dans de nombreux pays, ce qui permet aussi les comparaisons.»

Anton Vos

L'AIDE AU SUICIDE, UNE LOI DU XIX^E SIÈCLE

Les premières discussions autour de la décriminalisation du suicide en Suisse remontent à la fin du XIX^e siècle. A cette époque, l'acte de se donner soi-même la mort est encore considéré comme un crime et celui qui aide à le réaliser peut être condamné comme complice. Les arguments avancés pour modifier la loi ne proviennent pas des ravages occasionnés par la maladie ou le grand âge. Les exemples développés par les législateurs d'alors sont davantage des cas de suicides romantiques ou liés à l'honneur. Ils citent ainsi le cas d'amants malheureux qui ne peuvent se marier, car la société les en empêche et qui décident d'en finir ensemble. «Manque de

chance», l'un d'eux survit. Faut-il accabler davantage encore cette personne déjà lourdement frappée par le sort? Et que penser de ce soldat qui prête son fusil à un camarade déterminé à laver, dans le sang comme il se doit, son honneur irrémédiablement sali? Faut-il vraiment le considérer comme le complice d'un «crime»? Après des débats dont les positions très opposées n'ont pas perdu de leur actualité, la Suisse se dote en 1918 d'une loi unique au monde qui entre en 1942 dans le Code pénal fédéral: il est autorisé dans ce pays d'aider une autre personne à se suicider à condition que l'on ne soit pas motivé dans cette démarche par un mobile égoïste – et que la

personne souhaitant mettre fin à ses jours soit capable de discernement. On ne peut donc pas le faire, sous peine de prison, si on assure la subsistance du suicidaire ou, au contraire, si on est susceptible d'hériter de ses biens. Le libellé de la loi a pour conséquence qu'il n'est pas nécessaire d'être médecin pour assister un suicide, contrairement à ce qui se passe dans les autres pays autorisant cette pratique. «La position sur l'assistance au suicide illustre le fait que, selon la loi suisse, nous sommes propriétaires de nous-même et que cela nous donne des droits sur notre propre corps et notre propre vie, estime Samia Hurst, professeure-associée

et responsable de l'Institut Ethique Histoire Humanités (Faculté de médecine). *On le voit aussi dans le refus de l'acharnement thérapeutique qui est un droit pour toute personne vivant dans ce pays. Cette position montre aussi qu'en Suisse, nous faisons confiance aux individus. Si deux adultes ont bien compris les enjeux et se mettent d'accord, alors, dans les grandes lignes, cela suffit au regard de la loi. Les vérifications par les autorités ne sont pas très importantes. Il faut que la personne qui se suicide soit capable de discernement, que ce soit elle qui déclenche le mécanisme légal et que l'assistant ait un mobile altruiste. C'est tout.»*

ÉNERGIE ATOMIQUE

NUCLÉAIRE

CHRONIQUE D'UN FIASCO TECHNOLOGIQUE

L'ABANDON PROGRAMMÉ DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE
SANCTIONNE L'ÉCHEC D'UNE TECHNOLOGIE
COÛTEUSE ET VIEILLISSANTE QUI LAISSE
UNE TRACE INDÉLÉBILE DANS LES SOUS-SOLS
DE NOTRE PLANÈTE

CENTRALE NUCLÉAIRE
DE GOESGEN, MARS 2007



Le 2 mars dernier, la société BKW Energie annonçait la fermeture définitive de la centrale de Mühleberg pour le 20 décembre 2019. Trente ans après l'accident de Tchernobyl et cinq ans après celui de Fukushima, cette décision s'inscrit dans la nouvelle stratégie énergétique adoptée par le Conseil fédéral en mai 2011, qui vise à sortir du nucléaire d'ici à 2034. Un changement de direction qui peut être interprété comme le triomphe du mouvement antinucléaire – dont il signe également probablement la fin –, mais qui apparaît aussi, avec le recul, comme l'inéluctable issue d'un fiasco technologique. Entretien avec Walter Wildi, professeur honoraire de la Faculté des sciences, et ancien membre de la Commission fédérale pour la sécurité des installations nucléaires (KSA) de 1997 à 2007 (président de 2002 à 2007).

Campus : Comment analysez-vous la décision d'abandonner l'énergie nucléaire prise par le Conseil fédéral au lendemain de l'accident de Fukushima ?

Walter Wildi : Mon interprétation est que Mme Leuthard cherchait une «bonne raison», donc un prétexte pour pouvoir annoncer que la Suisse n'autorisera plus de nouvelles centrales. Sur le plan économique, c'est une décision très sensée. Le nucléaire est un choix technologique erroné qui a coûté (et qui coûtera encore) des sommes pharaoniques pour un résultat très médiocre. Nous n'en avons plus besoin aujourd'hui. Mais c'est aussi un choix pragmatique, car l'arrêt des centrales est dans tous les cas de figure programmé, soit pour des questions de coûts, comme à Mühleberg, soit pour des raisons de sécurité, comme à Beznau I.

Comme la plupart des pays occidentaux, la Suisse s'est lancée dans le nucléaire au sortir de la Deuxième Guerre mondiale. Quelle était la vision des autorités fédérales à l'époque ?

L'histoire du nucléaire civil en Suisse commence au lendemain des bombardements américains sur Hiroshima et Nagasaki en août 1945. En février 1946, le Conseil fédéral met

en effet sur pied une commission chargée d'étudier les possibilités d'équiper la Confédération de l'arme nucléaire afin de pouvoir assurer la défense nationale. Une option qui n'a été abandonnée officiellement qu'en 1988. Cela dit, l'idée qu'il fallait prioritairement développer un volet pacifique de la recherche nucléaire s'est rapidement imposée aux physiciens, qui ont largement adhéré au concept d'«atome pour la paix» consécutif au discours du président des Etats-Unis Eisenhower devant l'Assemblée générale des Nations unies le 8 décembre 1953. C'est dans ce contexte que s'est tenu à Genève, du 8 au 20 août 1955, le premier congrès international sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique. Un événement lors duquel un réacteur nucléaire

a d'ailleurs été transporté du laboratoire d'Oak Ridge dans le Tennessee pour être remonté sur les bords du Léman à des fins de démonstration.

A cette époque, la Suisse étudiait depuis deux ans la possibilité de construire son propre réacteur nucléaire...

Créé en 1953, le groupe de travail Réacteur nucléaire, incluant divers industriels comme Brown-Boveri ou Sulzer, avait en effet pour objectif de mettre au point un réacteur «made in Switzerland». Une volonté qui s'est concrétisée, au cours des années 1960, par le développement du réacteur expérimental de Lucens. Ce choix n'était pas dénué d'arrière-pensées, puisque le fait d'utiliser de l'uranium élémentaire permettait également à la Confédération de disposer du matériel nécessaire à la confection d'une bombe atomique.

L'expérience a pourtant rapidement tourné court...
En effet, puisque ce premier réacteur suisse, entré en fonction à l'automne 1968, a dû être arrêté dès le mois de janvier 1969, à la suite d'un accident majeur.

Que s'est-il passé ?

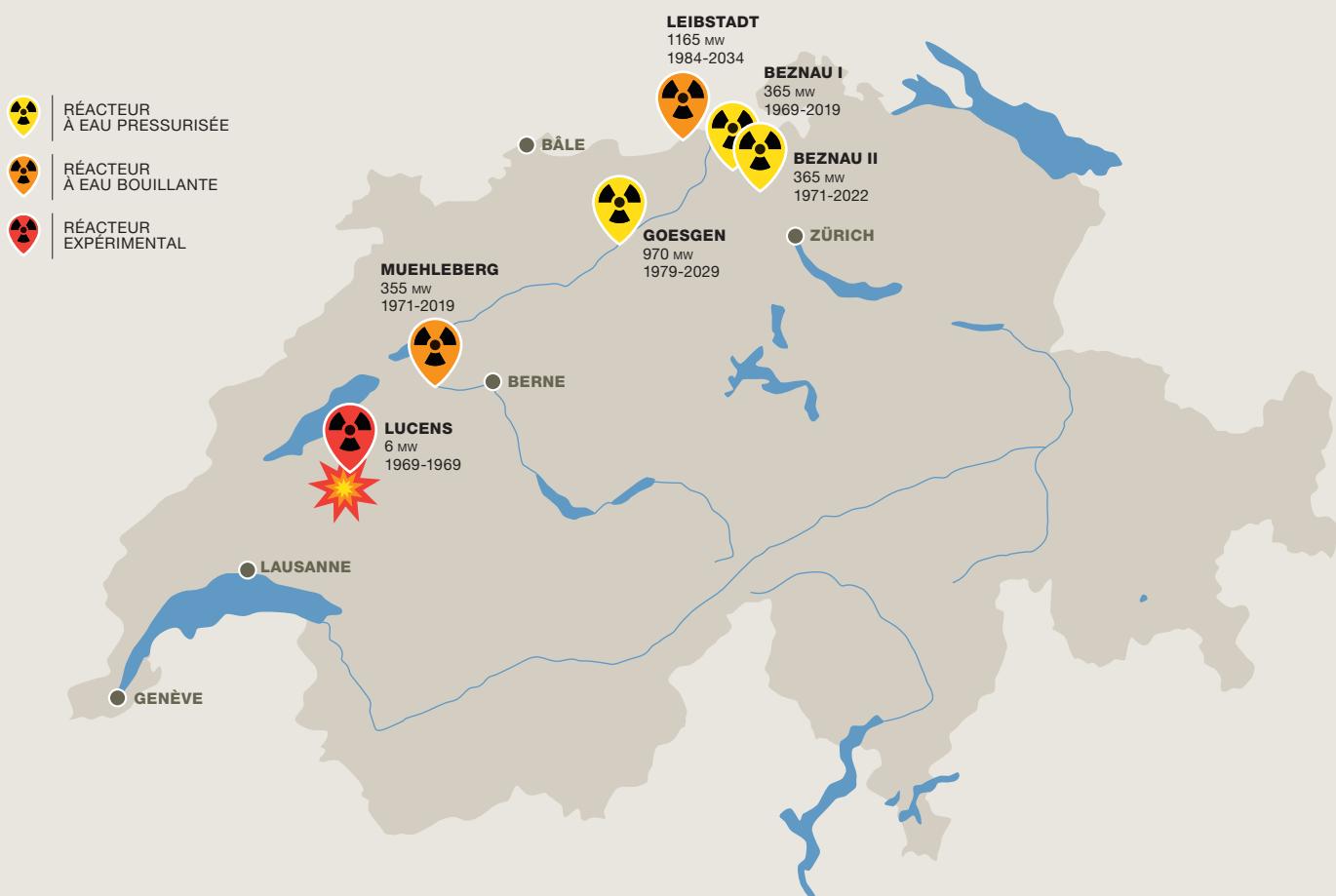
Au cours d'une procédure de démarrage, un problème de refroidissement a entraîné une fusion partielle du cœur et

« LE NUCLÉAIRE EST UN CHOIX TECHNOLOGIQUE ERRONÉ QUI A COÛTÉ (ET QUI COÛTERA ENCORE) DES SOMMES PHARAONIQUES POUR UN RÉSULTAT TRÈS MÉDIOCRE »

LES RÉACTEURS SUISSES

PUISANCE NOMINALE EN MÉGAWATTS

ANNÉE DE MISE EN SERVICE ET DATE PRÉVUE DE DÉMANTÈLEMENT



BONTRON&CO

une contamination radioactive massive de la caverne où était situé le réacteur. Ce dernier a été fortement endommagé par l'explosion, mais la majeure partie des substances radioactives est heureusement restée contenue à l'intérieur de la caverne (lire en page 30).

Cette date marque-t-elle un tournant dans l'histoire du nucléaire civil suisse?

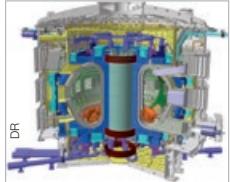
Certainement dans la mesure où, après cet événement, la recherche scientifique nationale s'est rapidement concentrée sur un nombre limité de points concernant la technologie des réacteurs et non plus leur conception. Par ailleurs, l'année 1969 marque aussi l'entrée en fonction de la première centrale nucléaire commerciale du pays, celle de Beznau I, qui est aujourd'hui la plus ancienne centrale en activité au monde depuis la fermeture de celle d'Oldbury (Angleterre) en février 2012. Il s'agit d'une installation fonctionnant avec un réacteur à eau pressurisée importé des Etats-Unis, ce qui montre bien que les industriels ont rapidement cessé de croire à la possibilité d'une autonomie nationale dans ce domaine. Depuis cette époque, la technologie n'a guère avancé. L'accident de Fukushima a certes relancé l'intérêt sur le sujet, mais il a aussi mis en évidence les lacunes de la Suisse dans ce domaine.

Qu'entendez-vous par là?

A Genève, par exemple, après l'accident de Fukushima en mars 2011, la Faculté des sciences de l'Université a créé, à l'initiative du doyen de l'époque, Jean-Marc Triscone, un groupe de travail afin de pouvoir répondre aux questions des médias. Je me suis alors aperçu que, bien que je sois géologue de formation, j'étais un des seuls membres de l'Alma Mater, grâce à mes anciennes fonctions au sein de la Commission fédérale pour la sécurité des installations nucléaires, à savoir à peu près comment fonctionnaient les réacteurs équipant les centrales suisses. Et à l'échelle de la Suisse, la situation n'était guère meilleure puisque l'Institut Forel, qui était pourtant une toute petite structure, comptait en 2011 environ dix fois plus de publications dans des revues internationales en sciences de l'environnement que le total des articles traitant de technologie nucléaire issus de laboratoires suisses. Ce qui explique la situation de blocage dans laquelle nous sommes rapidement tombés en matière d'innovation, en Suisse comme ailleurs.

Comment expliquez-vous ce manque d'engouement pour le sujet?

Dans leur grande majorité, les physiciens n'ont jamais considéré ce domaine comme étant un sujet d'intérêt scientifique



ITER, la fusion nucléaire au sud de la France

Aux dernières estimations, le réacteur thermonucléaire expérimental international (ITER) devrait être terminé en 2020 pour un coût de 20 milliards d'euros.

ITER est un réacteur de recherche civil à fusion nucléaire de type tokamak construit sur le site de Caradache, au sud de la France.

Le projet est soutenu par 35 pays : ceux de l'Union européenne, l'Inde, le Japon, la Chine, la Russie, la Corée du Sud, les Etats-Unis et la Suisse.

L'idée consiste à chauffer dans une chambre à vide de forme toroïdale un plasma à 150 millions de degrés afin de permettre la fusion entre le deutérium et le tritium, deux isotopes de l'hydrogène.

Etant une machine expérimentale, ITER ne produira pas d'électricité mais seulement de la chaleur (10 fois plus que l'énergie qu'elle consommera).

Son successeur, DEMO, devrait être le premier réacteur à produire de l'électricité à l'horizon 2040.

particulier. Du coup, cette technologie datant des années 1950 n'a pas connu de développements scientifiques majeurs. Hormis quelques adaptations cosmétiques qui ont permis d'augmenter un peu la production ou la sécurité, rien de fondamental n'a changé.

Le projet de réacteur européen pressurisé (EPR) est pourtant présenté comme la centrale de l'avenir...

Le dispositif construit actuellement à Flamanville (France) est un réacteur à eau pressurisée comparable à celui de Gösgen. Son architecture est celle d'un modèle de la fin de la Deuxième Guerre auquel on aurait ajouté un «ore catcher» afin d'éviter que le cœur ne coule en cas d'accident et quelques autres systèmes de sécurité. Par ailleurs, par manque de savoir-faire, le projet a pris un important retard et, plus inquiétant, des défauts ont d'ores et déjà été signalés sur la cuve du réacteur. Quant à son frère jumeau, situé à Olkiluoto en Finlande, il connaît le même genre de problèmes.

Existe-t-il des alternatives aux centrales classiques que l'on connaît aujourd'hui?

L'Inde a lancé il y a quelques années un programme de recherche visant à construire des réacteurs d'essai fonctionnant au thorium, élément qui a l'avantage de ne pas pouvoir s'emballer, contrairement à l'uranium. Mais cela n'a pas été plus loin. L'ancien directeur du CERN Carlo Rubbia a, de son côté, proposé en 1993 un procédé qui devait permettre selon lui de produire une énergie nucléaire sûre, sans déchets radioactifs et sans risques de prolifération des armes nucléaires. Le projet a cependant rapidement été considéré comme bancal par une bonne partie de la communauté scientifique. Quant au projet de fusion nucléaire, représenté par le projet international ITER en construction en France, il se fait toujours attendre.

L'arrêt du nucléaire comporte-t-il des risques sur le plan économique?

Les vieilles centrales sont amorties, les centrales plus récentes ne le sont pas encore entièrement, mais elles produisent à un prix qui n'est plus concurrentiel aujourd'hui compte tenu de la libéralisation du marché de l'électricité. Actuellement, on peut en effet acheter un kW/h pour 2 ou 3 centimes d'euro à la frontière suisse alors que les centrales nationales produisent à un coût deux fois plus élevé.

Sans l'apport du nucléaire, qui représente tout de même 40% de l'électricité produite en Suisse, comment assurer l'approvisionnement du pays en énergie?

Le principal problème n'est pas la production d'électricité, qui se fait de manière de plus en plus décentralisée, notamment grâce aux énergies renouvelables, mais son

transport. L'Allemagne, comme la Suisse, connaît aujourd'hui d'importants problèmes de réseau, ce qui pourrait, à terme, avoir des incidences sur notre approvisionnement énergétique, mais ce n'est de loin pas un problème insurmontable. Ce qui est plus gênant, c'est que le contexte n'est pas optimal pour changer de modèle, pour basculer des énergies fossiles vers le renouvelable.

Pourquoi?

Pendant des dizaines d'années, les géologues se sont royalement trompés dans leur estimation des réserves disponibles d'hydrocarbure. Ils n'ont en effet pris en compte dans leurs calculs que les trappes ou «réservoirs» dans lesquels le pétrole avait migré depuis la roche mère. Or, grâce au développement technologique des forages à fracturation, on sait aujourd'hui que ces roches mères contiennent, selon les cas, cinq à huit fois plus d'hydrocarbures, sous forme de pétrole ou de gaz, que ce que l'on trouve dans les trappes. Conséquence : certains pays comme les Etats-Unis se retrouvent devant un nouvel Eldorado, ce qui est un très mauvais signe pour ceux qui espéraient un basculement du marché de l'énergie favorable aux énergies renouvelables.

Arrêter les centrales est une chose, les démanteler en est une autre. A qui reviendra la charge de ces opérations?

En principe, cette responsabilité incombe aux propriétaires des centrales, c'est-à-dire globalement aux sociétés détenues par les cantons et les grandes villes. Mais, compte tenu des pertes que le secteur enregistre actuellement, ils aimeraient bien confier cette opération à la Confédération.

L'opération est-elle compliquée sur le plan technique?

Des projets de ce genre ont déjà été menés, notamment en Allemagne. Ils ont montré que, du point de vue strictement technique, un démantèlement de centrale est une opération relativement simple. Du point de vue organisationnel, en revanche, c'est une tâche énorme.

Pourquoi?

Les opérations doivent être planifiées avec le plus grand soin puisque l'idée n'est pas de détruire la centrale, mais de la démonter élément après élément afin de préserver la sécurité du site. En général, on procède en trois étapes. La première consiste à vider le cœur du réacteur et à refroidir les éléments combustibles dans un bassin rempli d'eau. On laisse ensuite passer quelques années pour que les isotopes radioactifs de courte vie soient moins actifs. Parallèlement ou dans un deuxième temps, on peut passer à la déconstruction des installations conventionnelles où la radioactivité est moindre. Pour ce qui reste, c'est-à-dire le réacteur lui-même, il y a deux stratégies.

«UNE FOIS TOUTES LES CENTRALES DÉMANTELÉES, LA SUISSE AURA À TRAITER 7500 M³ DE DÉCHETS HAUTEMENT RADIOACTIFS ET 90 000 M³ DE DÉCHETS FAIBLEMENT CONTAMINÉS»

WALTER WILDI, PROFESSEUR HONORAIRE DE LA FACULTÉ DES SCIENCES

Lesquelles?

Certains experts estiment qu'il vaut mieux attendre encore trente ou quarante ans afin de réduire les problèmes de radioactivité, tandis que d'autres pensent que l'on risque de perdre des connaissances et un savoir-faire précieux durant ce laps de temps, raison qui a poussé la Suisse à prescrire un démantèlement immédiat après l'arrêt des centrales afin de profiter des compétences des employés qui connaissent bien le site, qui ont des notions de radio-protection et qui sont capables de réagir rapidement en cas d'incident.

Une fois l'opération achevée, que deviennent les déchets?

Les experts estiment qu'une fois toutes les centrales démantelées, la Suisse aura à traiter 7500 m³ de déchets hautement radioactifs (soit le volume d'une maison à deux étages) et 90 000 m³ de déchets faiblement contaminés (l'équivalent de la décharge de Bardonnex ou de Bonfol). A l'heure actuelle, tous les déchets issus des centrales suisses sont acheminés au Centre de stockage intermédiaire Zwilag de Würenlingen dans le canton d'Argovie. Cette solution peut convenir tant qu'il n'y a pas de grandes perturbations politiques, mais il devient problématique en cas d'instabilité car du matériel radioactif pourrait tomber dans de mauvaises mains en vue de fabriquer des bombes sales, ces dépôts ne bénéficiant pas du même degré de surveillance que les centrales. C'est pourquoi la Confédération planche depuis des années déjà sur un projet de stockage en site géologique profond qui devrait aboutir à l'ouverture d'un site pour les déchets faiblement radioactifs vers 2050 et à celle d'un autre pour les déchets hautement radioactifs vers 2060. C'est un programme qui remonte à 1978 mais, depuis, on va d'échec en échec faute de vision globale.

Pouvez-vous préciser?

Accaparés par la recherche d'un site, les promoteurs du projet oublient le problème constitué par la qualité des déchets qu'il s'agira d'y entreposer. Dans les centrales à ébullition, on utilise par exemple des résines pour la filtration des eaux. Ce sont des matériaux 100% organiques qui, depuis des décennies, sont compressés avant d'être stockés dans des cuves en acier scellées de façon hermétique. Le problème, c'est que la législation interdit de stocker des déchets qui contiennent plus de 4 ou 5% de matières organiques. En cas d'infection bactérienne, ces déchets produisent en effet du gaz, exactement comme le ferait un compost, ce qui les rend hautement instables. Pour contourner ce problème, un four d'incinération a été construit à la fin des années 1990 sur le site de Zwilag. Malheureusement, le concept qui a été choisi ne permet d'incinérer que des déchets faiblement radioactifs et il est donc inutile pour ces résines fortement contaminées.



Quel est le coût global de cette opération?

Lorsque j'étais étudiant, on évoquait un coût de 1,5 milliard de francs. Depuis le chiffre a grimpé à 21 milliards. Cela peut paraître beaucoup, mais c'est une broutille en regard de ce que pourrait coûter un accident nucléaire. Si ce jour devait arriver et que le vent devait souffler du côté de l'Allemagne, celle-ci demanderait des réparations telles que cela signifierait la fin de la Suisse telle qu'on la connaît aujourd'hui.

A ce propos, comment nos voisins gèrent-ils ce problème?

L'Allemagne a procédé à des essais de stockage dans les mines de sel d'Asse. Le sel a en effet l'avantage de former une barrière hermétique, sauf si l'est fracturé, et qu'il laisse passer l'eau par ces fractures. Dans le cas d'Asse, les responsables du projet pensaient pouvoir pomper les écoulements existant déjà sur le site. Mais ils ont été dépassés par la situation si bien que les déchets sont en train de se noyer et risquent désormais de polluer la nappe phréatique. Il faudrait donc les déplacer, mais le repêchage est devenu très compliqué et donc très cher. La France a connu le même genre de déconvenue avec des déchets chimiques enterrés dans d'anciennes mines qui, malgré les promesses de départ, ne peuvent plus être récupérés à la suite d'un incendie. Il faut se rendre à l'évidence: dans ce domaine, il n'y aura pas de solution bon marché.

Une brève sortie du nucléaire

Arrêt simultané des centrales suisses en 2015

La Suisse est déjà sortie du nucléaire. Un peu par hasard et durant l'espace de quelques heures. Durant la nuit du dimanche 16 août 2015, la centrale de Gösgen a en effet été déconnectée du réseau afin de réparer une fuite de vapeur anodine dans un réacteur non nucléaire. Or, au même moment, le réacteur 2 de la centrale nucléaire de Beznau et celui de Leibstadt étaient arrêtés pour cause de révision annuelle. Enfin la centrale de Mühleberg était également inactive à la suite d'un arrêt d'urgence survenu au début juillet en raison d'un composant électronique défectueux.

UN HÉLICOPTÈRE
SURVOLE LA CENTRALE
NUCLÉAIRE DE THREE
MILE ISLAND AUX
ÉTATS-UNIS, LE 30 AVRIL
1979, UN MOIS APRÈS
L'ACCIDENT QUI A PRO-
VOQUÉ LA FUSION D'UN
RÉACTEUR.

DÉSASTRES CHRONIQUES

THREE MILE ISLAND, TCHERNOBYL, FUKUSHIMA: TU ME FONDS LE CŒUR!

RETOUR SUR LES TROIS ACCIDENTS MAJEURS DE L'ÈRE NUCLÉAIRE QUI ONT VU DES RÉACTEURS ENTRER EN FUSION ET SE TRANSFORMER EN BOMBES EN PUISSANCE

L'histoire compte trois accidents nucléaires au cours desquels le cœur d'un réacteur a fondu, transformant littéralement la centrale en une bombe en puissance: Three Mile Island en Pennsylvanie, Tchernobyl en Ukraine et Fukushima au Japon. Chaque catastrophe a eu des conséquences environnementales et sanitaires très diverses. Elles ont également toutes apporté leur lot d'enseignements. Schématiquement, la première a montré l'importance vitale de pouvoir connaître à tout instant l'état exact de tous les éléments d'un réacteur nucléaire. La deuxième a mis en évidence qu'il convient de suivre les protocoles de sécurité en toutes circonstances même – et surtout – lorsque des supérieurs donnent l'ordre de mener des expériences. Et on retient de la troisième que l'on ne peut se fier indéfiniment à la chance et qu'il est possible que deux catastrophes majeures s'abattent en même temps sur une installation. Explications avec Martin Pohl, professeur au Département de physique nucléaire et corpusculaire (Faculté des sciences), qui a pris l'habitude de présenter ces trois exemples chaque année à ses étudiants en physique.

Three Mile Island «Le 28 mars 1979 à 4h37 du matin, la centrale de Three Mile Island, située à 140 km de Philadelphie, subit un incident assez banal, raconte Martin Pohl. Un filtre se bloque et entraîne l'arrêt du système de refroidissement secondaire et donc du réacteur. Les réactions de désintégration en chaîne s'interrompent, mais la radioactivité continue d'entretenir une

chaleur résiduelle importante qui fait monter la pression dans le système de refroidissement primaire. Malheureusement, à cause d'une défaillance des voyants de contrôle, les opérateurs reçoivent de mauvaises indications sur la position d'une vanne. Mal pré-

parés à cette éventualité, ils prennent les mauvaises décisions. Résultat : le cœur surchauffe et entre en fusion. Heureusement, l'enceinte de confinement tient le coup.»

Les autorités réagissent rapidement. Le site est évacué à 11h. Malgré une fuite de gaz radioactif dans l'atmosphère, la situation se stabilise lorsqu'on se rend compte qu'une importante bulle d'hydrogène s'est formée dans le bâtiment du réacteur. Si elle n'explose pas, c'est parce qu'il n'y a pas d'oxygène. On ordonne alors une évacuation plus importante de la région et le 30 mars, 140 000 personnes quittent la zone située à moins de

20 miles de la centrale. La bulle d'hydrogène est finalement réduite. Le cœur est alors lentement refroidi, démantelé et stocké dans l'Idaho. La contamination radioactive de la population est restée faible – officiellement du moins. Ce que tendent à confirmer des études épidémiologiques qui peinent à détecter une augmentation des cas de cancer et encore plus à établir un lien avec l'accident.

Quoi qu'il en soit, cet événement marque la fin d'une croissance américaine soutenue dans la construction de centrales nucléaires. A partir de cette date, plus aucune nouvelle installation ne sera autorisée aux Etats-Unis jusqu'en 2012. «L'accident a mis en évidence l'importance de la préparation des opérateurs et, surtout, du suivi, sans faille et à tout instant, de

**CHAQUE
CATASTROPHE A EU
DES CONSÉQUENCES
ENVIRONNEMENTALES
ET SANITAIRES TRÈS
DIVERSES. ELLES ONT
ÉGALEMENT TOUTES
APPORTÉ LEUR LOT
D'ENSEIGNEMENTS**



AFP/SCIENCE PHOTO LIBRARY

l'état du réacteur, commente Martin Pohl. C'est absolument essentiel pour des machines aussi complexes qui peuvent s'emballer à tout moment.»

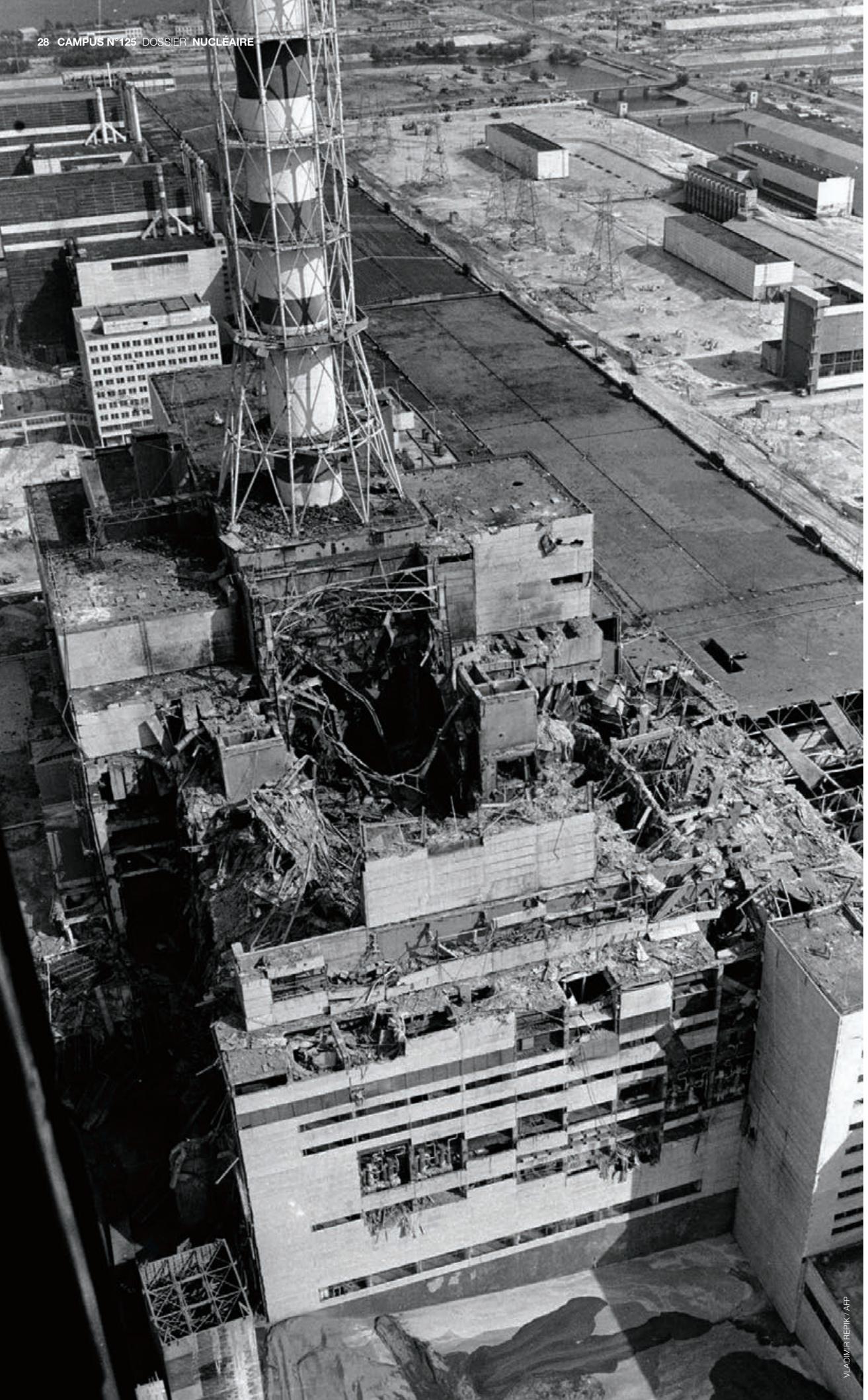
Tchernobyl La leçon de Tchernobyl est autrement plus douloureuse. La catastrophe découle en effet d'une suite de décisions, d'erreurs et de gestes délibérés qui semblent incompréhensibles. Dans la nuit du 25 au 26 avril 1986, les opérateurs de la centrale ukrainienne reçoivent la consigne de mener un test avec le réacteur numéro 4 pour simuler une panne de courant. Au cours de l'expérience, après une erreur de manœuvre initiale, les techniciens s'obstinent et débranchent un à un les systèmes de sécurité. Ils ignorent consciemment les alarmes successives et passent même en pilotage manuel.

Résultat : le réacteur devient incontrôlable et s'emballe. Lorsque les opérateurs s'en rendent compte, il est trop tard. Des simulations de l'accident réalisées après coup montrent que la puissance thermique du réacteur a dû monter à 30 gigawatts (GW) dix fois plus que le maximum prévu. Une première explosion d'hydrogène éjecte le couvercle du cœur de 2000 tonnes qui traverse le toit du bâtiment. Elle est suivie de près par une seconde, probablement due à l'explosion nucléaire du cœur. Un incendie de graphite se déclare contribuant à la dispersion des matériaux radioactifs. Grâce à l'action de quelques volontaires (tous décédés des suites des radiations), un certain nombre de catastrophes

supplémentaires sont évitées, dont l'entrée en contact du cœur fondu avec l'eau d'un bassin situé juste en dessous qui aurait provoqué une explosion supplémentaire.

Le monde n'apprend l'accident que le 28 avril, lorsque le système d'alerte d'une centrale suédoise se déclenche par le passage du panache radioactif de Tchernobyl. La communication soviétique est minimale et la réaction des autorités insuffisante. Il faut attendre un jour avant que la ville voisine de Pripiat soit évacuée. Une zone d'exclusion de 10 km autour de la centrale est établie puis étendue dix jours après à 30 km.

Les conséquences sanitaires et environnementales sont importantes. Le nombre de morts est aujourd'hui encore difficile à chiffrer, mis à part les quelques dizaines de décès intervenus immédiatement après l'explosion sous l'action de radiations intenses. Des milliers, voire des millions de gens (civils habitant sur place ou «liquidateurs» envoyés pour nettoyer le site) reçoivent une dose importante de radiations. Une zone à cheval sur l'Ukraine, la Biélorussie et la Russie est durablement contaminée. Le cœur du réacteur lui-même, réduit à une sorte de lave solidifiée appelée corium qui s'est écoulée sur la dalle soutenant la centrale, restera actif encore des centaines de millions d'années. Un nouveau sarcophage en métal financé par l'Union européenne est en train d'être installé par-dessus l'ancien qui se détériore afin de confiner les matières radioactives et d'aider au démantèlement.



VUE AÉRIENNE DU RÉACTEUR 4 DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE TCHERNOBYL, PRISE AU MOIS D'AVRIL 1986, QUELQUES JOURS APRÈS L'ACCIDENT.

ÉTABLIE PAR L'AGENCE INTERNATIONALE DE L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE, L'ÉCHELLE DE CLASSEMENT DES ÉVÉNEMENTS NUCLÉAIRES (INES) COMpte SEPT PALIERS.

7. ACCIDENT MAJEUR,
REJET MAJEUR DE MATIÈRES RADIOACTIVES AVEC DES EFFETS ÉTENDUS SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT (TCHERNOBYL EN 1986, FUKUSHIMA EN 2011).

6. ACCIDENT GRAVE, REJET IMPORTANT DE MATIÈRES RADIOACTIVES (EN 1957, UNE CUVE DE DÉCHETS DE HAUTE ACTIVITÉ EXPLOSE À KYCHTYM EN RUSSIE).

5. ACCIDENT AYANT DES CONSÉQUENCES ÉTENDUES,
REJET LIMITÉ DE MATIÈRES RADIOACTIVES (THREE MILE ISLAND EN 1979, INCENDIE DANS UN CŒUR DE RÉACTEUR À WINDSCALE PILE AU ROYAUME-UNI EN 1957).

4. ACCIDENT AYANT DES CONSÉQUENCES LOCALES,
REJET MINEUR DE MATIÈRES RADIOACTIVES (LUCENS EN 1969, FUSION DE 50 KG D'URANIUM DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE DE SAINT-LAURENT-A1 EN FRANCE EN 1969).

3. INCIDENT GRAVE,
TRÈS FAIBLE REJET DE MATIÈRES RADIOACTIVES (FUISTE DE 300 TONNES D'EAU RADIOACTIVE À LA CENTRALE DE FUKUSHIMA EN 2013, FUISTE D'IODE RADIOACTIF À FLEURUS EN BELGIQUE, FUISTE NUCLÉAIRE À SELLAFIELD (EX-WINDSCALE) EN 2005).

2. INCIDENT, EXPOSITION D'UNE PERSONNE DÉPASSANT LES LIMITES ANNUELLES.

1. ANOMALIE, NON-RESPECT DES LIMITES D'EXPLOITATION DANS UNE INSTALLATION NUCLÉAIRE.



DIGITAL GLOBE/SCIENCE PHOTO LIBRARY

Depuis cette catastrophe, la technologie particulière utilisée à Tchernobyl (RBMK) a perdu son souffle. A ce jour, cinq réacteurs de ce type ont été fermés, une dizaine de projets abandonnés et les 11 qui demeurent en fonction (tous en Russie) ont subi des modifications afin d'éviter qu'un tel scénario ne se répète.

Fukushima L'accident survenu le 11 mars 2011 à Fukushima au Japon est, quant à lui, placé sous le signe de la malchance. «*Je pense que les installations auraient pu résister à chacune des deux catastrophes naturelles qui l'ont provoquée si elles avaient eu lieu séparément*, estime Martin Pohl. *Leur conjonction n'a en revanche laissé aucune chance au réacteur.*»

En effet, un tremblement de terre de magnitude 9 commence par endommager l'enceinte et l'alimentation électrique du complexe Fukushima Daiichi. Les machines sont automatiquement arrêtées et le système de refroidissement poursuit son travail. Cinquante minutes plus tard, le tsunami, avec sa vague de plus de 10 mètres de haut, balaye tout. L'eau détruit l'alimentation électrique, les systèmes de

refroidissement secondaire et les générateurs diesel de secours. Un système de refroidissement de dernier recours se met en marche mais est à son tour stoppé à cause de la défaillance de ses batteries.

Les trois coeurs surchauffent et entrent en fusion. De l'hydrogène est produit et provoque des explosions violentes les 12 et 14 mars. En raison de vents favorables, la majorité de la pollution radioactive est poussée vers l'océan. Des pluies provoquent néanmoins la contamination d'une large zone de 40 km à l'intérieur des terres. Malgré des infrastructures et des transports en grande partie détruits, les autorités parviennent à évacuer efficacement 200 000 personnes en trois jours. Aucun mort n'est imputable à une irradiation excessive.

«*Ce genre d'accident oblige les autorités à ne plus exclure la possibilité que deux catastrophes puissent survenir en même temps au même endroit*, précise Martin Pohl. *En Suisse cela pourrait se traduire par un tremblement de terre important et un arrêt du système de refroidissement. Ou une panne électrique générale et la chute d'un avion sur la centrale.*»

GROTTE RADIOACTIVE

LUCENS SONNE LE GLAS DES AMBITIONS NUCLÉAIRES SUISSES

AU MOMENT DE SA MISE EN SERVICE, LE PREMIER ET SEUL RÉACTEUR NUCLÉAIRE EXPÉRIMENTAL SUISSE EST VICTIME D'UNE PANNE. UNE PARTIE DE SON CŒUR FOND ET PROVOQUE DES EXPLOSIONS. CET ACCIDENT MET FIN À L'AMBITION DE FABRIQUER UNE CENTRALE NUCLÉAIRE 100% HELVÉTIQUE

Le projet de la centrale nucléaire expérimentale de Lucens (CNEL) dans le canton de Vaud, dont l'accident en 1969 fait partie des dix avaries de ce type les plus graves enregistrées dans le monde, est né dans les années 1950. C'est une époque marquée par un espoir démesuré dans l'énergie produite par la fission des atomes. Et la Suisse compte bien des enthousiastes dans ses rangs. Un professeur de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich propose ainsi en 1956 de remplacer le système de chauffage obsolète de son institution par un réacteur nucléaire qui fournira en même temps l'électricité nécessaire aux bâtiments. Le projet, prévu pour être installé dans une caverne à

42 mètres de profondeur directement sous l'EPFZ, est salué par l'ensemble des autorités communales et cantonales. Il rassemble aussi une série d'industriels regroupés autour de la compagnie Sulzer. Tout aussi optimistes, les producteurs d'électricité suisses (Atel, NOK, FMB et EOS) créent en 1957 la société Suisatom AG dans l'idée de construire une centrale logée, elle aussi, dans une caverne à proximité de Villigen en Argovie. Un troisième plan est élaboré par le groupe industriel romand Enusa (Energie nucléaire SA). Soutenue par les sociétés genevoises des Ateliers des Charmilles et de

Sécheron, l'idée consiste à fabriquer un réacteur nucléaire d'après un modèle américain déjà existant et de l'exhiber lors de l'Exposition nationale suisse de 1964. Une fois de plus, il est prévu d'installer la machine dans une caverne, près de Lucens dans le canton de Vaud.

En 1959, le Conseil fédéral décide de mettre de l'ordre dans ces initiatives éparses et demande aux trois entités de regrouper leurs forces afin de mettre au point un seul réacteur expérimental de fabrication suisse. Cette machine représenterait une étape intermédiaire avant la construction d'une grande centrale à usage commercial.

Uranium légèrement enrichi Les choix technologiques s'arrêtent sur un réacteur utilisant de l'uranium légèrement enrichi comme combustible, de l'eau lourde comme modérateur et du dioxyde de carbone (CO_2) comme fluide de refroidissement. Ce dernier produit ensuite de la vapeur destinée à alimenter une turbine connectée à un alternateur.

Prudents, les promoteurs du projet conservent l'idée d'une centrale souterraine. On peut être enthousiasmé par l'énergie nucléaire sans pour autant oublier que celle-ci est entrée dans l'histoire sous la forme de bombes spécialement destructrices. Le site près de Lucens, sur les rives de la Broye, est retenu pour sa structure géologique très homogène. Le premier coup de pioche est donné en juillet 1962 et les travaux durent quatre ans. Le réacteur déclenche sa première réaction en chaîne fin 1966.

Entre ces deux dates, toutefois, l'engouement pour une centrale purement suisse est sérieusement retombé. En février 1964, les Forces motrices du nord-est de la Suisse (NOK) abandonnent le projet et annoncent leur intention d'acheter un réacteur nucléaire américain pour leur future centrale de Beznau. Quelque temps plus tard, les Forces motrices bernoises (FMB) font de même et lancent la construction de Mühleberg.

Il en faut plus, cependant, pour modifier la politique fédérale. L'année 1967 est consacrée à des essais de mise en service de la CNEL. En 1968, on augmente la puissance thermique jusqu'à son maximum de 30 mégawatts (MW). Au cours de cette période, des problèmes apparaissent dans le système de refroidissement, avec des intrusions d'eau

**UN PROFESSEUR
DE L'ÉCOLE
POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE
ZURICH PROPOSE
DE REMPLACER
LE SYSTÈME DE
CHAUFFAGE DE
SON INSTITUTION
PAR UN RÉACTEUR
NUCLÉAIRE**



DES OPÉRATEURS DE LA CENTRALE NUCLÉAIRE EXPÉRIMENTALE DE LUCENS ENFILENT DES COMBINAISONS DE PROTECTION CONTRE LES RADIATIONS AVANT D'ENTRER DANS LA SALLE DU RÉACTEUR, UNE SEMAINE APRÈS L'ACCIDENT SURVENU LE 21 JANVIER 1969.

dans le circuit primaire qui est directement en contact avec les barres de combustibles en uranium gainées de magnésium.

Les défectuosités sont réparées, l'autorité de sécurité donne son aval et le réacteur démarre pour de bon le 21 janvier 1969. La machine atteint les 12 MW sans encombre mais, à 17h20, deux explosions surviennent à bref intervalle et le réacteur se met subitement à l'arrêt. Quelques secondes plus tard, un mélange gazeux fortement radioactif est relâché dans la grotte.

Infiltrations L'enquête menée par la suite a montré que les infiltrations d'eau survenues au cours des essais avaient corrodé la gaine en magnésium du combustible sans que les opérateurs s'en rendent compte. Les produits de cette réaction chimique ont partiellement bouché le circuit de refroidissement d'un des barreaux de combustible. Insuffisamment refroidi par le CO₂ lors de la montée en puissance du réacteur, cet élément de combustible a subi une surchauffe passée inaperçue parce que le barreau n'était pas pourvu d'une sonde de température. A 600 °C, la gaine puis l'uranium lui-même ont fondu. Le processus a gagné de proche en proche les barreaux voisins. Le métal s'est enflammé au contact du CO₂, provoquant une libération massive de produits radioactifs et l'arrêt d'urgence automatique du réacteur. L'incendie a toutefois continué, déclenchant une première

explosion qui a projeté dans la caverne près de 1100 kg d'eau lourde, un mélange en fusion de magnésium et d'uranium et du CO₂ contaminé. Cette mixture n'a pas tenu une seconde avant d'exploser et de causer des éjections supplémentaires de matières radioactives.

L'essentiel de la contamination est heureusement resté confiné dans la caverne du réacteur. Le personnel, qui a enfilé assez rapidement des masques respiratoires, a subi des radiations mais à des niveaux très en dessous des normes admises. L'environnement et la population proche ont également reçu une dose mesurable mais négligeable du point de vue sanitaire.

En revanche, il a fallu cinq ans pour décontaminer l'intérieur de la caverne et démanteler le réacteur. Aujourd'hui, la panne de la centrale de Lucens est qualifiée d'«accident ayant des conséquences locales». Par conséquent, elle est placée au niveau 4 sur les 7 que compte l'échelle de classement des événements nucléaires (INES) établie par l'Agence internationale de l'énergie atomique et l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (lire en page 28).

« ATOMS FOR GENEVA »

LA PETITE HISTOIRE DU MINI-RÉACTEUR GENEVOIS

DE 1958 À 1989, L'UNIVERSITÉ A HÉBERGÉ UN RÉACTEUR NUCLÉAIRE DE DÉMONSTRATION OFFERT PAR LES ÉTATS-UNIS. C'EST LA DEUXIÈME MACHINE DE CE GENRE INSTALLÉE SUR LE TERRITOIRE SUISSE

Les résidents du quartier de la Jonction n'ont jamais su qu'ils ont vécu, de 1958 à 1989, au voisinage d'un réacteur nucléaire. Il s'agissait d'un petit appareil de démonstration, acquis par le Fonds national suisse de la recherche scientifique au bénéfice de l'Université de Genève où il a servi à l'enseignement ainsi que, dans une moindre mesure, à la recherche, essentiellement en chimie et en minéralogie.

Construit par la compagnie américaine Aerojet General Nucleonics Corporation, le réacteur de type AGN-201-P est amené et monté à Genève à l'occasion de la deuxième exposition *Atoms for peace* qui se tient dans la ville du bout du lac en 1958. Acquis à la suite de cette manifestation internationale pour la somme de 180 000 dollars, le réacteur est installé dans l'annexe de l'Institut de physique de l'Université, dite annexe du réacteur. Il est exploité une première fois entre 1959 et 1960 avant d'être mis temporairement à l'arrêt, faute de personnel. Il s'agit du deuxième réacteur mis en fonction sur le sol helvétique, après le « Saphir », exploité jusqu'en 1993 à l'actuel Institut Paul Scherrer (PSI) en Argovie et acheté, quant à lui, à l'issue de la première conférence *Atoms for peace* en 1955, également à Genève.

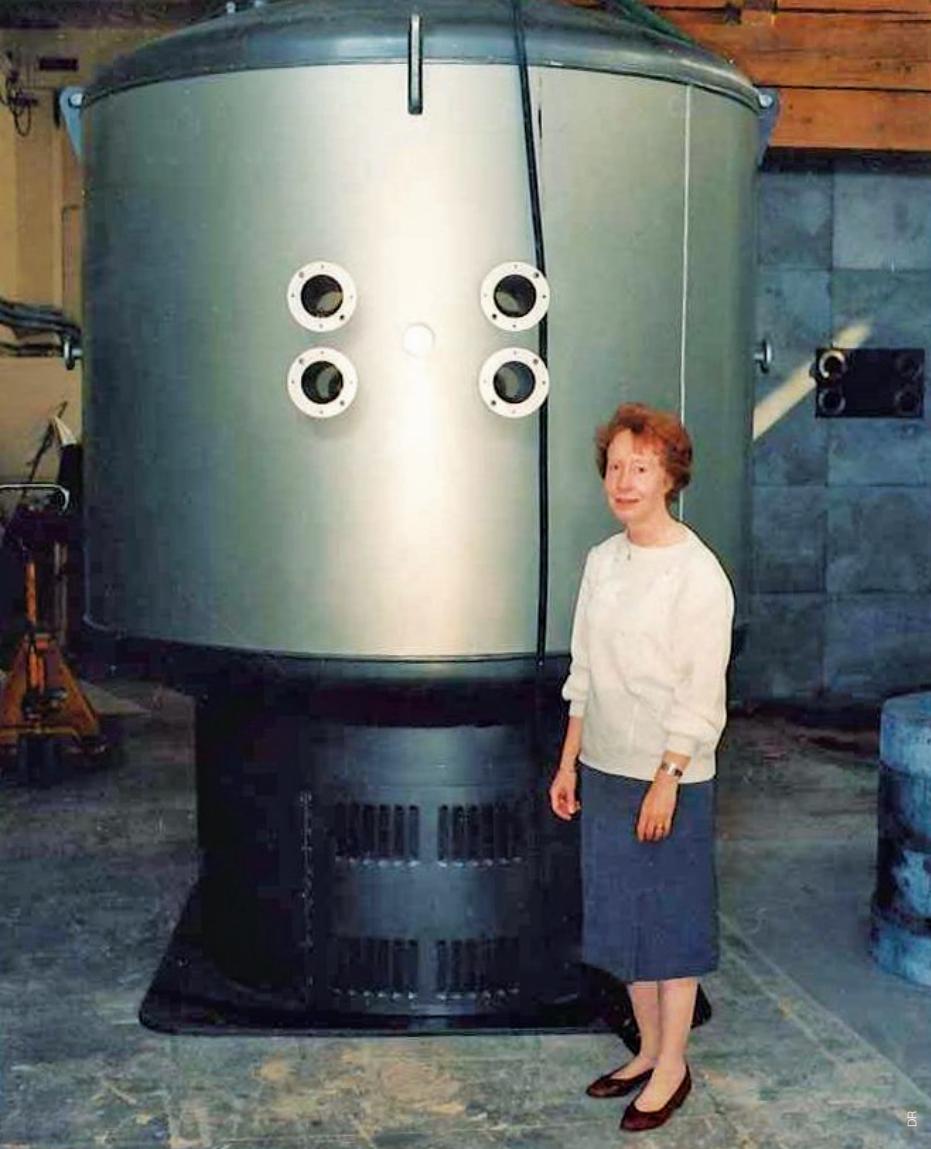
20 Watts Le réacteur genevois fonctionne à l'uranium 238 enrichi à 20% d'uranium 235, ce dernier étant l'isotope fissile qui produit les neutrons indispensables au fonctionnement du réacteur. Le modérateur, qui permet de freiner ces neutrons de manière à entretenir la réaction de désintégration en chaîne, est du polyéthylène, un plastique commun. Le cœur de l'installation n'excède pas 25 cm de côté. Il est entouré d'un réflecteur de graphite, d'une protection de plomb de 10 cm d'épaisseur et d'un dernier rempart aux radiations composé de 55 cm d'eau. En tout, la cuve mesure 2 m de diamètre et 3 m de haut. La puissance



délivrée par l'appareil, sous forme de chaleur, n'excède pas les 20 watts. A ce niveau, pas besoin de système de refroidissement spécifique.

En 1961, le Conseil d'Etat nomme Ernst Heer au poste de professeur de physique. Le futur recteur de l'Université de Genève est chargé de créer le Laboratoire de physique nucléaire et corpusculaire et, par la même occasion, prié de prendre la responsabilité formelle du réacteur qui doit être remis en service. Lui-même ne l'utilisera jamais dans le cadre de ses travaux. Mais l'idée des autorités consiste à mettre l'appareil à la disposition de l'enseignement, en particulier de l'Ecole technique supérieure (aujourd'hui la Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève) et de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne (ancêtre de l'EPFL), toutes deux impliquées dans la formation de techniciens et d'ingénieurs spécialisés dans la construction et la gestion des futures centrales nucléaires suisses.

C'est un autre physicien, Roland Beeler, aujourd'hui décédé, qui s'occupe concrètement du réacteur durant environ trente ans. Il signe d'ailleurs quelques articles rapportant des résultats obtenus grâce à lui. Parmi la poignée de scientifiques qui ont utilisé l'AGN-201-P à des fins de recherche se trouvent notamment deux femmes, Lucie Balsenc du Département de chimie minérale et analytique, et Pia Voldet, alors docteure en chimie et responsable du laboratoire de chimie du



Département de minéralogie. «*A l'époque, je réalisais des analyses telles que l'identification des terres rares présentes dans certaines roches sous forme de traces, explique Pia Voldet. A l'époque, la seule technique permettant de différencier entre eux ces 14 métaux consistait à irradier les échantillons avec des neutrons et à mesurer le rayonnement gamma spécifique à chaque terre rare. Le réacteur nucléaire genevois était mon unique source de neutrons disponible.*»

Première femme A un moment de sa carrière, la chercheuse a l'occasion de suivre une formation fédérale en vue de devenir opératrice. Elle passe avec succès des examens en physique nucléaire et en électronique et devient la première femme en Suisse – et toujours la seule à ce jour – à savoir piloter un réacteur nucléaire. Cette qualification lui sera d'une grande utilité dans la poursuite de ses propres travaux.

Les mesures de sécurité mises en place sont les mêmes pour ce modeste appareil, qui aurait à peine pu allumer une ampoule, que pour une grande centrale nucléaire telle que Mühleberg: contrôle technique avant et après la mise en marche, mesure de la radioactivité, instructions précises en cas de problème, y compris l'arrêt d'urgence de la machine, l'évacuation des locaux et même du quartier, etc. Heureusement, sur les trente ans de service, le réacteur n'a connu aucun pépin technique.

A la fin des années 1980, à la suite du départ à la retraite de Roland Beeler, Ernst Heer se charge d'organiser la mise hors service de la machine. A cette époque, Pia Voldet est la seule à l'utiliser encore à des fins de recherche et le renouvellement du combustible, arrivé à épuisement, s'avère un investissement trop onéreux. Comme la loi ne fait à l'époque aucune différence entre les réacteurs de grande ou de petite taille, il convient de suivre la même procédure que s'il s'agissait de la centrale de Mühleberg. L'appareil est donc débranché en 1987 et, le 27 février 1989, le Conseil fédéral accorde la subvention nécessaire pour le désaffecter définitivement. Le carburant restant, environ 3,3 kg d'uranium, est transféré à l'Institut Paul Scherrer. Pour Pia Voldet, c'est la fin d'une époque. Elle ressent une grande tristesse quand elle doit se séparer de cet outil unique avec lequel elle a tellement travaillé. Elle participe néanmoins à son démontage complet. Les opérations se déroulent en secret. Personne, en dehors des membres du Groupe du réacteur, n'est au courant. Au bout du compte, aucune contamination n'est constatée. Le cœur est chargé sur un camion banalisé. Escorté de loin par la police genevoise sur quelques kilomètres, le véhicule quitte finalement le canton dans la plus grande discrétion en route pour le Centre de stockage intermédiaire Zwilag de Würenlingen dans le canton d'Argovie.

ALBUM SOUVENIR:

PAGE DE GAUCHE:
PIA VOLDET, AUX COMMANDES POUR UNE DERNIÈRE IRRADIATION À L'AIDE DU RÉACTEUR NUCLÉAIRE GENEVOIS.

À GAUCHE: PIA VOLDET DEVANT LA CUVE DU RÉACTEUR AYANT CONTENU LE CŒUR.

EN HAUT: LE CAMION BANALISÉ CHARGEANT LES ÉLÉMENS DÉMONTÉS DU RÉACTEUR.

EN BAS: UNE PARTIE DE L'ÉQUIPE DU RÉACTEUR PRÊTE POUR LE DÉMANTÈLEMENT (ROLAND BEELER ET PIA VOLDET SONT DEVANT AU CENTRE).

SÉDIMENTS RADIOACTIFS

LE SOL GARDE LE SOUVENIR DE LA FOLIE ATOMIQUE

LES ESSAIS NUCLÉAIRES ATMOSPHERIQUES DES ANNÉES 1960,
LA CATASTROPHE DE TCHERNOBYL ET LES REJETS LOCAUX DES CENTRALES
ONT IMPRIMÉ UNE SIGNATURE INDÉLÉBILE DANS LES SÉDIMENTS DES
LACS SUISSES

Les atomes radioactifs, produits par les réacteurs nucléaires ou les bombes atomiques et dispersés dans la nature, ne vont pas disparaître aussi vite qu'ils sont apparus. Les isotopes exotiques de plutonium, d'américium, de césium ou encore de cobalt (la liste n'est pas exhaustive), transportés au gré des vents et des rivières, se sont déposés sur les sols et au fond des lacs. Ils y resteront le temps de se désintégrer ce qui, pour certains d'entre eux, peut prendre des dizaines de millénaires. Et que dire des volumes sans cesse grandissants de déchets radioactifs stockés dans des lieux diversement sécurisés et dont on ne connaît pas le destin (confinement efficace ou accident, fuite, etc.) ? Ceux-là comprennent des éléments plus coriaces encore – l'uranium 235 par exemple ayant une demi-vie de 700 millions d'années, ce qui est le temps nécessaire pour que la moitié des atomes présents se désintègrent.

Carottes radioactives Cet héritage de l'ère nucléaire va donc s'inscrire durablement dans la géologie, et les scientifiques spécialisés dans l'étude des sédiments sont obligés d'en tenir compte. «*Nous sommes confrontés quotidiennement à la présence d'éléments radioactifs artificiels*, explique Jean-Luc Loizeau, maître d'enseignement et de recherche à l'Institut Forel (Faculté des sciences). *Une partie de notre travail consiste à analyser des carottes de sédiments afin de reconstruire les conditions environnementales du passé récent. Et, dans les lacs suisses par exemple, nous retrouvons toujours les dépôts*

laisrés par les essais nucléaires atmosphériques des années 1960, l'accident de Tchernobyl en 1986 et, plus localement, des rejets effectués par les centrales nucléaires situées sur des affluents. Ces signaux, qui ne présentent plus aucun danger, ont un côté pratique : ils nous aident à dater les couches que nous étudions.»

Commencés en 1945, les essais nucléaires atmosphériques connaissent un maximum d'activité en 1962. Cette année-là, les Etats-Unis et l'URSS effectuent 118 tirs, représentant une puissance de 170 mégatonnes, soit presque 40 %

de la puissance totale libérée par l'ensemble des essais atmosphériques. Les explosions ont lieu essentiellement dans l'hémisphère Nord (en Nouvelle-Zemble en Russie septentrionale, dans les îles Bikini et Enewetak de l'océan Pacifique, au Lob Nor en Chine...), mais les aérosols radioactifs sont propulsés dans la stratosphère, permettant leur redistribution sur toute la surface du globe. Dès 1963, les deux superpuissances arrêtent les tirs en plein air et les remplacent par des essais souterrains aux conséquences

environnementales plus limitées.

Cela n'empêche pas les géologues de repérer immédiatement l'année 1963 (date des retombées des poussières radioactives produites au cours de l'année 1962) lorsqu'ils mesurent la radioactivité le long de leurs carottes de sédiments. Depuis trente ans, ils disposent même d'un deuxième point de repère temporel tout aussi visible : celui correspondant à l'explosion en 1986 de la centrale nucléaire

**EN 1962, LES ÉTATS-UNIS ET L'URSS
EFFECTUENT 118 TIRS,
REPRÉSENTANT 40 %
DE LA PUISSANCE
TOTALE LIBÉRÉE
PAR L'ENSEMBLE
DES ESSAIS
ATMOSPHÉRIQUES**

CHAMPIGNON
ATOMIQUE APRÈS
L'EXPLOSION D'UNE
BOMBE EXPÉRIMENTALE
AMÉRICAINE SUR
L'ATOLL DE BIKINI,
LE 25 JUILLET 1946



sovietique de Tchernobyl, située dans l'actuelle Ukraine. Le nuage radioactif créé par l'accident n'ayant été retenu par aucune frontière, on retrouve les traces de son passage sur toute l'Europe. La seule différence est qu'au moment du survol du panache, il a beaucoup plu au Tessin, entraînant la précipitation des poussières radioactives en suspension dans l'atmosphère. Le temps a été plus sec en Suisse romande et davantage encore en France, ce qui explique les différences de degrés de contamination entre les régions.

Sangliers chargés «*Au Tessin, il y a eu beaucoup de problèmes d'aliments devenus impropre à la consommation, se rappelle Jean-Luc Loizeau. L'Office fédéral de la santé publique a même émis une alerte sanitaire sur la viande de sanglier en 2013, soit vingt-huit ans après l'accident de Tchernobyl. Ces animaux aiment en effet les champignons, notamment les truffes de cerf dont les forêts tessinoises sont particulièrement riches. Or ces organismes ont la particularité d'absorber et de concentrer les éléments radioactifs du sol. Le mycélium de cette espèce non comestible pour l'homme pousse à environ 10 cm de profondeur, ce qui correspond au niveau où se trouve actuellement le césium 137 émis par l'explosion et qui s'est lentement infiltré dans le sol depuis 1986.*»

La dernière grande catastrophe nucléaire en date, celle de Fukushima au Japon en 2011, ne laissera, quant à elle, pas de trace dans la géologie européenne (contrairement à celle de l'Asie de l'Est, bien sûr). Une augmentation de l'Iode 131 a bien été mesurée mais la demi-vie de cet isotope est de 8 jours. Il a donc déjà totalement disparu de l'environnement.

Cobalt, césium, plutonium... Plus localement, les chercheurs mesurent régulièrement les traces laissées par les rejets de produits radioactifs dans les cours d'eau par les centrales nucléaires (à des niveaux toujours très en dessous des normes). Une équipe genevoise a notamment réalisé cet exercice il y a quelques années dans les sédiments du lac de Bienna avant de publier ses résultats le 22 février 2013 dans la revue *Aquatic Sciences*. Les auteurs y rapportent entre autres les traces des rejets de la centrale de Mühleberg qui se trouve sur un affluent du lac. Un pic important de radioactivité est notamment visible pour 1976. Il est probablement lié, selon les auteurs, à l'utilisation de combustibles de mauvaise qualité. Un autre pic, beaucoup plus modeste, est détectable en 2000. Il correspond à un rejet d'eau contaminée dans l'Aar. Du cobalt 60 est également détecté dans les sédiments même si sa concentration a tendance à diminuer avec les années. L'Inspection fédérale pour la sécurité nucléaire

«L'OFFICE FÉDÉRAL DE LA SANTÉ PUBLIQUE A ÉMIS UNE ALERTE SANITAIRE SUR LA VIANDE DE SANGLIER EN 2013, SOIT VINGT-HUIT ANS APRÈS L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL.»

JEAN-LUC LOIZEAU, MAÎTRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE À L'INSTITUT FOREL, FACULTÉ DES SCIENCES

insiste sur le fait que tous ces événements sont connus et publiés dans les rapports annuels et que les niveaux de contamination sont toujours restés à des niveaux inoffensifs pour la santé humaine et l'environnement.

L'un des principaux marqueurs d'une contamination radioactive est le césium 137 (^{137}Cs). Cet élément, qui n'existe pas à l'état naturel, est produit en relative abondance lors du processus de fission nucléaire qui se déroule dans les réacteurs nucléaires. Sa demi-vie est de trente ans. Dans le cas de l'accident de Tchernobyl, on estime qu'au-delà de cinq fois cette durée, c'est-à-dire 150 ans, il n'en reste quasiment plus dans l'environnement en Europe de l'Ouest. En Ukraine, en revanche, il faudra pourtant attendre bien plus longtemps. Mais les accidents et les explosions nucléaires produisent bien d'autres isotopes. Le plus dangereux est le plutonium 239 (^{239}Pu) dont la demi-vie est considérablement plus longue: 24 000 ans. Issu essentiellement des essais nucléaires atmosphériques, sa présence dans les sédiments un peu partout dans le monde, même à des concentrations très faibles, pourrait bien survivre à l'espèce humaine.

Un autre produit de la fission nucléaire ayant une incidence sur le travail des scientifiques est le carbone 14. Sa demi-vie étant de 5730 ans, il est utilisé pour dater des restes organiques anciens en le comparant à l'abondance de carbone 12 qui est, quant à lui, stable. Sa concentration naturelle a cependant été artificiellement augmentée par les essais nucléaires atmosphériques. Par conséquent, les archéologues du futur qui continueront à utiliser cette technique obtiendront des âges faussés pour des objets datant d'après 1960 s'ils ne tiennent pas compte de cette anomalie dans leurs calculs.

TRANSITION

LES ATOUTS DU MODÈLE ÉNERGÉTIQUE GENEVOIS

EXPLORATION DE LA GÉOTHERMIE, DÉVELOPPEMENT DU CHAUFFAGE À DISTANCE, OPTIMISATION DE L'ISOLATION DES BÂTIMENTS : TOUS LES MOYENS SONT BONS SUR LE CHEMIN DU RENOUVELABLE. À CONDITION TOUTEFOIS DE PRIVILÉGIER L'INNOVATION AU DOGMATISME COMME CELA A ÉTÉ FAIT AU DANEMARK

La transition énergétique se fera. C'est une certitude depuis l'annonce officielle de l'abandon du nucléaire par le Conseil fédéral en mai 2011. Mais pas à coups de slogans ou de formules simplistes. Pour réussir ce virage, il faudra faire preuve de pragmatisme et d'inventivité en prenant soin d'éviter tout dogmatisme, comme l'a fait le Danemark, pays qui fait figure de modèle dans le domaine (lire en page 38). Face à ce défi majeur, Genève – qui vise un approvisionnement provenant à 75 % des énergies renouvelables en 2050 – ne manque pas d'atouts. Encore faudra-t-il les jouer dans le bon ordre. Explications avec Bernard Lachal, professeur à l'Institut Forel (Faculté des sciences) ainsi qu'à l'Institut des sciences de l'environnement et du territoire.

«On aurait très bien pu se passer du nucléaire et on parviendra très bien à s'en passer dans le futur, affirme le physicien de formation. Lorsque j'étais étudiant, on présentait encore cette source d'énergie comme la solution du futur dans un monde où on prévoyait de bâtir 10000 centrales. Mais ce rêve a fait long feu. En plus d'être dangereux (lire en page 30), le nucléaire est en effet une des seules technologies pour laquelle la courbe d'apprentissage s'avère négative. Si on double la production de photovoltaïque, par exemple, les coûts de fabrication des panneaux vont baisser de 20 à 30%, ce qui n'est pas le cas avec le nucléaire où, plus on avance dans le temps, plus c'est cher.»

Si on peut négliger l'apport de l'atome à l'échelle mondiale (2 % de l'énergie finale produite), c'est une autre affaire à l'échelle de la Suisse, l'énergie nucléaire fournissant annuellement 24 000 GWh qu'il faudra bien trouver le moyen de remplacer. Alors que de nombreuses voix ont appelé à un arrêt immédiat des centrales suisses à l'occasion des 5 ans de l'accident de Fukushima ou des 30 ans de celui

de Tchernobyl, Bernard Lachal plaide pour une approche graduelle : «*Il ne faut pas se précipiter. Les centrales sont là et elles vont continuer à fournir de l'énergie pendant dix ou vingt ans. Tout comme le fossile, nous en aurons besoin pour fournir l'électricité nécessaire à la transition. Il ne s'agit pas de basculer d'un système à l'autre du jour au lendemain, mais de monter progressivement en puissance en jouant sur différents tableaux et en progressant au cas par cas, jusqu'à parvenir à un approvisionnement énergétique 100% renouvelable.*»

«IL NE S'AGIT PAS DE BASCULER D'UN SYSTÈME À L'AUTRE DU JOUR AU LENDEMAIN, MAIS DE MONTER PROGRESSIVEMENT EN PUISSANCE EN JOUANT SUR DIFFÉRENTS TABLEAUX»

A Genève, la stratégie mise en place pour réduire la dépendance aux énergies fossiles et nucléaires s'est, pour l'instant, concentrée sur la mobilité et le chauffage. Dans le premier cas, si on exclut la mobilité aérienne, dont le bilan écologique est catastrophique, le constat est plutôt positif puisqu'on note une baisse du nombre de voitures par habitant, du nombre de kilomètres parcourus et de la consommation des véhicules. D'où un effet «boule de neige» qui a permis de diviser pratiquement par deux la consommation de carburant par habitant en vingt-cinq ans.

Dans le second domaine, qui engloutit tout de même la moitié de l'énergie consommée dans le canton, d'importants efforts ont également été consentis. Résultat : 80 % des rénovations ou constructions que projette actuellement la Ville répondent aux exigences du 100 % renouvelable et une trentaine d'immeubles rénovés, construits récemment ou en projet n'utilisent plus d'énergies fossiles. «*Améliorer l'isolation, c'est très bien, confirme Bernard Lachal. Mais il ne faut pas que cela devienne une fin en soi. C'est justifié dans le cas d'un bâtiment qui ne peut pas être raccordé facilement à une source d'énergie durable pour son chauffage. En revanche, pour un logement social, par exemple, il vaut sans doute mieux*



KESTONE/STEFAN HUNZIKER

privilégier le recours à une pompe à chaleur ou à un chauffage à distance, systèmes moins onéreux, que de tout miser sur l'isolation thermique. Cela nous donne une marge de manœuvre dont il ne faut pas se priver de profiter.»

En parallèle à ces mesures, le réseau de chauffage à distance s'est également étoffé depuis la mise en service par les Services industriels (SIG) de la première installation de ce type, qui a vu le jour à Vernier en 1964. Le réseau Cadiom, ali-

mente ainsi en chaleur environ 8000 logements et plusieurs sites sur les communes Aire-la-Ville, Bernex, Confignon, Onex et Lancy, grâce à l'eau surchauffée par l'incinération des ordures ménagères de l'usine des Cheneviers. Désormais connecté au réseau primaire des SIG, ce qui a permis un gain de 100 GWh, Cadiom permet d'économiser 13 000 tonnes de mazout et 31 000 tonnes de CO₂ par an.

Soutenue par l'Union européenne

en tant que projet pilote, la centrale Genève Lac Nations (GLN) utilise, pour sa part, depuis sa mise en fonction en 2009, la température de l'eau du lac pour climatiser les bâtiments des Nations unies, du Comité international de la Croix-Rouge ou de l'Organisation internationale du travail. Projeté pour 2017, son grand frère, GéniLac, couvrira un périmètre beaucoup plus vaste qui s'étendra du centre-ville à la zone aéroportuaire.

Porté par un consortium regroupant les SIG, la Ville, le Canton et l'Hospice général, CADéco vise, quant à lui, à fournir 500 logements (90 immeubles) en énergie verte

dans le quartier de la Jonction. Le système permettra de remplacer une cinquantaine de chaudières à mazout par une pompe à chaleur haute température alimentée par l'eau du Rhône. Il a été accepté à l'unanimité par le Conseil municipal de la Ville de Genève ce printemps.

Autre axe fort de la politique énergétique cantonale : l'exploration du potentiel offert par la géothermie. En théorie, cette technique, qui consiste à exploiter l'énergie stockée sous la surface terrestre, devrait en effet permettre d'assurer deux tiers des besoins de chauffage du canton. Afin de vérifier cette hypothèse, des campagnes de prospection du sous-sol sont d'ailleurs en cours dans le cadre du programme «GEothermie 2020» des SIG.

«L'expérience a démontré que la géothermie peut s'avérer moins coûteuse que le gaz, à condition de rester, dans un premier temps, à une échelle relativement modeste, explique Bernard Lachal. L'idée est donc de progresser de manière très graduelle dans ce domaine jusqu'à 2035 environ, puis de monter en puissance afin d'arriver à couvrir entre 20 et 30% des besoins thermiques du canton en 2050.»

Contrairement à ce que préconise actuellement la Confédération, à savoir privilégier la production d'électricité à partir de la géothermie, le modèle défendu par Bernard Lachal est centré sur la production de chaleur et suppose l'ajout de pompes à chaleur fonctionnant à l'électricité afin de maximiser les rendements. C'est ce qui a été fait avec succès, il y a une vingtaine d'années déjà, à Riehen dans le canton de Bâle. Cette centrale géothermique, pour l'heure unique en Suisse, est équipée de deux pompes à chaleur permettant de monter le niveau de température de l'eau extraite du sous-sol à celui utilisé par les réseaux de chauffage. L'électricité nécessaire pour le fonctionnement des pompes à chaleur est fournie par deux turbines à gaz, générant également de la

EN THÉORIE, LA GÉOTHERMIE DEVRAIT PERMETTRE D'ASSURER DEUX TIERS DES BESOINS DE CHAUFFAGE DU CANTON

L'USINE D'INCINÉRATION ET DE VALORISATION DES DÉCHETS DES CHENEVIERS EST LE TROISIÈME PRODUCTEUR D'ÉLECTRICITÉ DU CANTON DE GENÈVE. RACCORDEE AU RÉSEAU DE CHAUFFAGE À DISTANCE CADION, ELLE ALIMENTE PLUS DE 20 000 PERSONNES EN EAU CHAUDE ET EN CHAUFFAGE.

chaleur qui est récupérée par une troisième pompe à chaleur (c'est ce que l'on appelle le couplage chaleur-force). Enfin, des chaudières d'appoint fonctionnant au mazout ou au gaz apportent un complément de chaleur lorsque la demande excède la capacité du système. L'ensemble permet de couvrir les besoins en chauffage de 2000 des 9000 habitants que compte la commune. « *Ce type de configuration permet de s'engager dans un cercle vertueux dans la mesure où le système est à la fois plus simple, trois fois moins cher et deux fois plus efficace que s'il était orienté directement vers la production d'électricité* », commente Bernard Lachal.

Concernant la production électrique proprement dite, outre l'énorme potentiel que représente l'hydroélectrique pour notre pays, tous les voyants sont désormais revenus au vert pour favoriser le développement du solaire.

« *Avec cette technologie, on a bien failli se retrouver face au même genre de blocage qu'avec le nucléaire* », explique Bernard Lachal. Le photovoltaïque a en effet d'abord été développé pour des raisons militaires durant la Guerre froide afin d'équiper les satellites américains. L'objectif premier n'était donc pas de mettre au point un système avantageux sur le plan économique mais d'assurer une certaine performance et ce, à n'importe quel prix. D'où le recours au silicium monocristallin pour la fabrication des cellules, solution onéreuse dont il a été difficile de sortir malgré l'apparition de procédés plus performants. Aujourd'hui, ces derniers ont heureusement réussi à trouver leur place sur le marché. »

La dernière pièce du puzzle n'est pas la moins complexe. Pour mettre en relation et gérer de manière optimale les différentes sources d'énergie qui seront les nôtres demain, il est

en effet indispensable de repenser les réseaux de distribution actuels, trop monolithiques pour s'adapter à une configuration dans laquelle l'offre et la demande vont devenir de plus en plus fluctuantes. C'est l'objectif que poursuit notamment Mario Paolone, responsable du Laboratoire des systèmes électriques distribués de l'EPFL. Ses travaux visent en effet à mettre au point des automates cellulaires permettant de gérer la complexité croissante des réseaux électriques inhérente à l'arrivée des énergies renouvelables. Ces dispositifs, encore à l'étude, devraient parvenir dans un avenir proche à gérer la répartition de l'énergie entre producteur et consommateur, mais aussi à calculer son prix (via des systèmes d'enchères très rapides) ou encore à offrir la possibilité de programmer sa consommation domestique en fonction de ses besoins. Chacun pourra ainsi décider, par exemple, de laver son linge durant les heures creuses ou de programmer la batterie de son vélo pour qu'elle soit chargée à bloc au petit matin.

« *Il faut insister sur le rôle clé que se doit de jouer l'Université dans ce processus de transition* », conclut Bernard Lachal. Les besoins dans le domaine de l'énergie ne sont pas les mêmes qu'en physique, puisqu'il s'agit d'une problématique et non d'une discipline en tant que tel. Ce que nos partenaires attendent de nous, ce ne sont donc pas tant des articles dans des revues de pointe qu'un engagement sur le terrain, une forte implication dans l'évaluation, la réalisation et le suivi des projets. Notre rôle est de réinjecter continuellement dans le système énergétique les connaissances, les compétences et l'expertise dont bénéficient les jeunes que nous formons, de façon à accélérer l'apprentissage et à tirer profit de l'expérience que nous avons accumulée depuis maintenant près de trente ans. »

LE LABORATOIRE DU FUTUR ÉNERGÉTIQUE

En matière de transition énergétique, la référence mondiale est un petit Etat européen dont le drapeau arbore une croix blanche sur fond rouge. La Suisse ? Perdu, il s'agit du Danemark.

Alors qu'au début des années 1970, le royaume scandinave comptait parmi les pays de l'OCDE affichant la plus forte dépendance au pétrole (92 % de la consommation énergétique totale du pays), plus de la moitié de l'électricité produite annuellement dans le pays provient désormais de sources durables. Schématiquement, cette réussite repose sur l'isolation massive des bâtiments, le développement de l'éolien – les particuliers ayant le droit de connecter leurs installations au réseau national et de recevoir

une rétribution correspondant à l'économie réalisée depuis 1979 – et la mise en place de grandes unités de cogénération décentralisées. Fournissant à la fois de l'électricité et de la chaleur, ces dernières sont alimentées soit au gaz, soit au charbon, soit avec de la biomasse. Le tout est piloté par une constellation de « réseaux intelligents » (Smart Grids) qui permettent d'assurer la stabilité des flux d'énergie à l'échelle nationale en régulant la production et la demande d'électricité, mais aussi de gaz, de chaleur et de froid. Assistant à l'Institut Forel, Loïc Quiquerez prépare d'ailleurs une thèse, soutenue par la Confédération, le Canton et les Services industriels, en vue

d'adapter ce type d'infrastructure à Genève. Réussite incontestée, la transition énergétique danoise a largement profité du soutien de la communauté scientifique nationale. Le Plan Energie 2030, visant à assurer au Danemark une indépendance totale vis-à-vis des énergies fossiles et nucléaire, a ainsi été conçu par un gigantesque pool regroupant quelque 1600 ingénieurs et universitaires. Ce processus fait par ailleurs l'objet d'une très large acceptation sociale puisque 60 % des unités de cogénération et 85 % des éoliennes que compte le pays sont aujourd'hui la propriété de ses habitants, soit directement, soit par le biais de coopératives ou de régies municipales.

« *La grande force du modèle danois, c'est de conjuguer innovation technologique et expérience pratique dans une démarche intégrant de multiples partenaires qui se veut proche du terrain et qui fait une large place à la participation populaire* », commente Bernard Lachal, professeur à l'Institut Forel (Faculté des sciences) ainsi qu'à l'Institut des sciences de l'environnement et du territoire. C'est grâce à cette synergie qu'ont pu être vaincues les réticences des entreprises énergétiques notamment, selon lesquelles il n'était pas possible d'injecter plus de 10 % d'énergie éolienne dans le réseau sans menacer sa stabilité. »

MOBILISATION

CLAP DE FIN POUR LES «ANTIS»

APRÈS QUARANTE ANS DE LUTTE, L'HISTOIRE A DONNÉ RAISON AUX MILITANTS DU MOUVEMENT ANTINUCLÉAIRE SUISSE, SIGNANT PAR LÀ MÊME SON PROBABLE ARRÊT DE MORT. L'OCCASION DE ROUVRIR L'ALBUM SOUVENIR

Pour les antinucléaires suisses, l'heure est au bilan. Privé de son principal cheval de bataille par l'abandon programmé de l'énergie atomique, le mouvement aura en effet probablement toutes les peines du monde à faire entendre sa voix dans le débat public au cours des prochaines décennies. Ce qui ne doit pas faire oublier le chemin parcouru au cours de ces quarante dernières années. Retour sur l'histoire d'un long bras de fer avec Marco Giugni, professeur à la Faculté des sciences de la société et auteur de plusieurs ouvrages consacrés aux mouvements sociaux.

Campus : A quand remontent les premières oppositions à l'utilisation de l'énergie nucléaire à des fins civiles en Suisse ?

Marco Giugni : L'opposition au nucléaire s'est d'abord cristallisée aux Etats-Unis, dans les années suivant l'adoption de l'*Atomic Energy Act*, la loi qui a ouvert la voie à une utilisation pacifique du nucléaire en 1954. Le mouvement s'est ensuite propagé à l'Europe, en passant notamment par la France et l'Allemagne, avant de gagner la Suisse au début des années 1970.

Dans quelles circonstances ?

Le mouvement a commencé à prendre forme en juin 1969 avec la création d'une organisation locale regroupant des habitants de Kaiseraugst en vue d'empêcher la création d'une centrale dans ce petit village d'Argovie. Il s'est ensuite rapidement élargi à une partie de l'élite politique et scientifique bâloise avant de prendre une dimension réellement nationale à partir de 1975, année qui marque le véritable acte de naissance du mouvement.

Que s'est-il passé cette année-là ?

Le 1^{er} avril, un groupe d'activistes antinucléaires occupe le site sur lequel doit être construite la centrale de Kaiseraugst.

Au lieu des six jours prévus, le mouvement va se prolonger jusqu'au 14 juin et mobiliser près de 15 000 personnes. C'est un moment fondateur dans la mesure où il a permis à ces militants, encore incertains et tâtonnants, de prendre pleine conscience de leurs moyens et d'affirmer une identité propre.

Intense jusqu'à la fin des années 1980, la mobilisation contre le nucléaire va ensuite évoluer en dents de scie. Pourquoi ?

Une des raisons est probablement le déplacement de l'attention de l'utilisation de cette technologie à des fins d'approvisionnement énergétique à la menace de son utilisation à des fins belliqueuses dans le cadre de la Guerre froide, ce qui a donné lieu à une grande vague de mobilisation contre la décision de l'OTAN de stationner des missiles nucléaires sur sol européen. Une autre raison est peut-être l'absence de résultats tangibles jusqu'à ce moment-là. En Suisse comme ailleurs, les protestations de ces groupes, qui restent très minoritaires, ne suffisent pas à modifier la position de l'Etat

en matière d'approvisionnement énergétique. Face à ce constat, le mouvement se fragmente entre une frange radicale, qui va se comporter comme une cellule dormante se réveillant par à-coups, et une frange modérée, qui va se concentrer sur le lobbying et la lutte institutionnelle en lançant une série d'initiatives populaires au niveau fédéral.

Sans grand succès jusqu'à l'accident de Tchernobyl, en avril 1986...

Cet événement relance en effet l'intérêt pour la cause antinucléaire et réveille les inquiétudes suscitées par le parc nucléaire national. D'où un regain intense de la mobilisation. C'est dans ce contexte que les autorités fédérales décident, en 1988, d'abandonner définitivement le projet de Kaiseraugst, ce qui restera comme

« LE 1^{ER} AVRIL 1975, UN GROUPE D'ACTIVISTES ANTINUCLÉAIRES OCCUPE LE SITE DE KAISERAUGST. AU LIEU DES SIX JOURS PRÉVUS, LE MOUVEMENT VA SE PROLONGER JUSQU'AU 14 JUIN ET MOBILISER PRÈS DE 15 000 PERSONNES »



MILITANT ANTINUCLÉAIRE
LORS D'UNE MARCHE
ORGANISÉE EN MAI 2011
DANS LES ENVIRONS DE
LA CENTRALE DE BEZNAY
QUI A RÉUNI DES MILLIERS
D'OPPOSANTS VENUS DE
SUISSE, D'ALLEMAGNE ET
DE FRANCE.

l'un des succès les plus retentissants des mouvements sociaux en Suisse. Les antinucléaires obtiennent une autre victoire importante deux ans plus tard avec l'acceptation par le peuple, après plusieurs tentatives infructueuses, de l'initiative visant à imposer un moratoire de dix ans sur la construction de nouvelles centrales. La contestation retombe ensuite avant de connaître un nouveau pic en 2011 à la suite de l'accident de la centrale de Fukushima.

L'abandon progressif de l'énergie atomique aurait-il été imaginable sans cette nouvelle catastrophe ?

La question est difficile à trancher. Cette décision est le fruit d'un long processus et repose sur une conjonction de facteurs parmi lesquels l'érosion de l'industrie nucléaire elle-même. Cela étant, on peut légitimement se demander ce qui se serait passé si cet accident était survenu sans des décennies de mobilisation préalable. Cette opposition sur la longue durée a incontestablement permis de sensibiliser l'opinion publique et de donner une certaine réceptivité à l'idée de sortir du nucléaire.

A l'heure de feuilleter l'album souvenir, le bilan de ces quarante ans de lutte est donc plutôt positif...

L'émergence du mouvement antinucléaire s'inscrit dans la grande vague de contestation portée, en Suisse comme ailleurs en Europe à partir du milieu de la fin des années 60, par

ce que l'on appelle les «nouveaux mouvements sociaux». Globalement, ces mouvements – qu'ils soient pacifistes, écologistes, antinucléaires ou tournés vers la solidarité avec le tiers-monde – ont constitué la force extraparlementaire la plus importante en Suisse durant ces dernières décennies. A l'intérieur de cette mouvance, l'opposition au nucléaire est une des causes qui a trouvé le plus d'écho auprès de la population suisse. C'est par ailleurs un des rares mouvements sociaux à être parvenu, en Suisse mais aussi en Italie, en Allemagne ou au Danemark, à réaliser son principal objectif.

Le mouvement survivra-t-il à cette ultime réussite ?

Il n'a plus vraiment de raison d'être à partir du moment où ses revendications sont reprises par l'Etat lui-même. Il est donc probablement appelé à s'étioler même s'il reste des sujets de mobilisation comme la gestion des déchets nucléaires. Ce déclin est d'autant plus vraisemblable que les membres du mouvement sont un peu vieillissants. Son noyau dur est en effet surtout composé de militants de longue date que l'on retrouve de manifestation en manifestation depuis longtemps. Quant aux sympathisants plus jeunes, ils pourront toujours se tourner vers des thématiques plus «actuelles» comme le changement climatique, par exemple. Cela dit, personne ne nous garantit que le nucléaire comme source d'approvisionnement énergétique ne va pas revenir un jour, et à ce moment-là...



« ON A DE BONNES RAISONS DE DÉSESPÉRER DES DROITS HUMAINS »

LA LUTTE POUR LES DROITS DE L'HOMME APPORTE, PARADOXALEMENT, MOINS DE LIBERTÉ AUX FEMMES. TEL EST LE POINT DE VUE DE RATNA KAPUR, PROFESSEURE DE DROIT À LA JINDAL GLOBAL LAW SCHOOL DE NEW DELHI EN INDE, QUI A ÉTÉ INVITÉE CE PRINTEMPS PAR LA FACULTÉ DE DROIT ET L'INSTITUT DES ÉTUDES GENRE POUR DONNER UNE CONFÉRENCE SUR CE THÈME

Campus: Le 16 décembre 2012 à New Delhi, un jeune couple se fait agresser par plusieurs hommes dans ce qui s'avère une opération préméditée. La fille est violée et battue à tel point qu'elle succombe à ses blessures. Vous avez utilisé cet exemple dans votre conférence. Pourquoi?

Ratna Kapur: Après avoir passé tant d'années à militer pour les droits des femmes et à réfléchir sur la problématique du genre, il m'a semblé inconcevable qu'un tel événement puisse encore se produire. J'ai aussi été impressionnée par le degré de protestation des Indiens en réaction à ce viol collectif. Dans les pays démocratiques en général, on manifeste souvent pour dénoncer le chômage ou l'austérité mais rarement la violence faite aux femmes. Cette fois-ci, des milliers de jeunes femmes et de jeunes hommes sont descendus dans la rue, comme s'ils étaient soudainement devenus conscients du problème. Je voulais savoir pourquoi.

A quelle conclusion êtes-vous parvenue? Les Indiens de la classe moyenne ont ressenti de l'empathie pour cette jeune femme. Elle était physiothérapeute et inscrite à la Faculté de médecine. Le soir du drame, elle revenait du cinéma. Tout le monde s'est identifié à elle. Il faut dire que la démographie indienne est actuellement dominée par la jeunesse. Les 15-24 ans représentent près de 20% de la population. Nous vivons une période où il convient d'écouter l'opinion des jeunes. Les manifestants

font aussi partie d'une génération qui n'a pas nécessairement grandi avec le féminisme et le radicalisme en matière de droits humains qui ont existé durant les années 1960 ou 1970. Leur monde est celui des marchés et du libéralisme qui leur ont ménagé des espaces de liberté que

DANS LES PAYS DÉMOCRATIQUES EN GÉNÉRAL, ON MANIFESTE SOUVENT POUR DÉNONCER LE CHÔMAGE OU L'AUSTÉRITÉ MAIS RAREMENT LA VIOLENCE FAITE AUX FEMMES

l'Etat n'a pas pu leur offrir. D'où cette rébellion vigoureuse contre les autorités accusées de ne rien faire pour les défendre.

Dans un de vos articles, vous avez utilisé les termes de « masculinité toxique ». Que signifient-ils ? Ce viol collectif a ému tout le monde, moi y compris. Sur le coup, j'ai écrit un article sur la masculinité indienne dans lequel j'ai utilisé cette expression. Mon propos était de dire que

«À LA MINUTE OÙ L'ON DONNE UN ESPACE À L'ARGUMENT DE LA DÉTERMINATION BIOLOGIQUE, ON MET UN PIED SUR LA PENTE GLISSANTE QUI PERMET DE JUSTIFIER TELLEMENT DE MAUVAIS COMPORTEMENTS»

le genre ne permet pas de définir une identité fossilisée, immuable. Le féminisme a fait voler en éclats la notion selon laquelle si l'on naît homme alors on doit avoir une posture et un comportement masculins (avec tous les stéréotypes qui lui sont associés) et si l'on naît femme, on sera féminin. Le problème, c'est que de nombreux hommes se sentent toujours obligés de démontrer sans cesse leur masculinité au travers d'un comportement agressif. Des politiciens ont aussi affirmé après le drame de New Delhi que l'homme sera toujours un homme. Sous-entendu : il ne faut pas le provoquer ou l'exercer. Au sein des familles, on espère toujours avoir un fils pour transmettre le nom de famille. Le garçon est considéré comme un être spécial digne de toutes les attentions, tandis que la fille, destinée à se marier et à quitter le foyer, n'a pas autant de valeur. C'est précisément avec une telle mentalité que l'on fabrique une masculinité toxique. Celle qui se sent privilégiée et se permet tout. Elle hante les rues du monde entier sans jamais devoir rendre de comptes sur son agressivité. C'est pourquoi je propose de ne plus penser en termes d'hommes ou de femmes mais de normes masculines et féminines afin de mieux les remettre en question et de pouvoir placer ceux qui promeuvent ces stéréotypes devant leurs responsabilités.

Qui sont ceux qui promeuvent ces stéréotypes?

Certains politiques, les familles. Les mères, et les femmes en général, font partie du problème. La valorisation de la maternité aussi. En Inde, une femme comblée est celle qui produit des enfants et, surtout, un héritier, un fils masculin hyperagressif. C'est une énorme pression, mais cela fait partie intégrante de l'identité féminine. Pour cette raison, les femmes sont donc impliquées dans la fabrication d'une

masculinité toxique. C'est pourquoi il faut, à mon sens, détacher la notion de genre d'une sorte de déterminisme biologique.

N'y a-t-il pas de fondement biologique à l'agressivité masculine?

C'est ce qu'on nous apprend, mais je ne suis pas du tout d'accord avec cela. Le fait que l'on arrive aussi à produire des hommes tels que le premier ministre canadien Justin Trudeau – que j'adore – qui s'affiche ouvertement féministe, semble indiquer que l'agressivité et ce besoin de démontrer sans cesse sa masculinité ne sont pas dictés par la biologie.

Tout est donc affaire de conditionnement social, selon vous?

Exactement. Par conséquent tout le monde peut changer son comportement et participer à faire bouger les lignes dans ce domaine. Car à la minute où l'on donne un tout petit espace à l'argument de la détermination biologique, on met un pied sur la pente glissante qui permet en fin de compte de justifier tellement de mauvais comportements (les hommes sont comme cela) et de réponses protectionnistes (les femmes doivent rester à la maison).

Quelle a été la réponse des autorités au viol collectif de New Delhi?

Elles ont commencé par renforcer les moyens mis à la disposition de la justice criminelle. Cela part d'une bonne intention mais cela démontre que les droits de la femme sont placés dans la perspective exclusive de la loi et de l'ordre. En durcissant la loi, l'Etat peut prétendre agir pour le bien des droits humains mais s'arrogue aussi plus de pouvoir sur la société. Où est passé le débat sur l'intégrité physique des personnes ou celui sur l'autonomie sexuelle? L'espace dévolu à ce type de langage a été petit à petit érodé par les agendas conservateurs de la justice criminelle qui est en train d'encadrer les droits des femmes. Cela fait vingt ans que j'observe cette tendance vers plus de surveillance du comportement sexuel des femmes, plus de sécurité, etc.

Que voulez-vous dire?

On a de bonnes raisons de désespérer des droits humains. Les gouvernements lancent des actions militaires en leur nom. On fait du commerce en leur nom. On associe l'aide au développement au secteur privé en leur nom. Qu'est-il advenu du radicalisme en matière de droits humains? A-t-il jamais existé? En tout cas, on ne peut plus prétendre que les droits humains représentent une force progressive, tant ils ont engendré de conséquences nuisibles. Et même si les droits humains possédaient ne serait-ce qu'une lueur de progressivité, celle-ci ne pourrait tout simplement pas survivre dans ce vortex du régime sécuritaire.

Vous y allez fort!

Le simple fait de se trouver du côté des droits humains ne suffit pas à faire de vous quelqu'un de bien. Il faut d'ailleurs questionner notre engagement dans les droits humains. J'essaye pour ma part de comprendre comment ces derniers sont impliqués dans certains crimes ou, du moins, ont produit des résultats inverses à ceux escomptés. Cette conviction intime d'agir pour le bien d'autrui est en partie un héritage de l'époque coloniale. Des pays européens interviennent alors dans d'autres pays soi-disant pour le



AFP/CHANDAN KHANNA

bien de leurs habitants, dans ce qui était présenté comme une mission civilisatrice. Il s'agissait entre autres de venir en aide à des populations opprimées, spécialement des femmes. Il en est sorti une mentalité de sauveurs avec les conséquences désastreuses que l'on sait. Si l'on ne prend pas conscience de cet héritage, la lutte pour les droits humains continuera à avoir des conséquences dramatiques.

Au cours de votre conférence, vous avez illustré ce fait par le trafic d'êtres humains. Pouvez-vous développer ?

Quand ce problème est apparu sur la scène internationale, les personnes qui ont mené la lutte contre le trafic d'êtres humains étaient les mêmes qui souhaitaient l'abolition du travail sexuel, de la prostitution. Leur argument consistait à dire que ce trafic servait essentiellement à l'exploitation sexuelle des femmes. Le problème, c'est que toutes les travailleuses du sexe ne sont pas issues de ce trafic. Elles ont en effet adopté ce moyen de subsistance pour des raisons très diverses. Par ailleurs, ce trafic ne concerne pas que le travail du sexe mais

les secteurs de la construction, de l'agriculture et bien d'autres. Malheureusement, dès que la question de genre intervient, on ne se focalise plus que sur l'industrie du sexe.

Au risque de conséquences néfastes...

Quel est le résultat? Au motif de lutter contre le trafic des êtres humains, afin de sauver les femmes qui en seraient les principales victimes, on a offert aux Etats davantage de pouvoir afin de contrôler les frontières et d'accentuer le suivi des personnes qui entrent et qui sortent du territoire. Mais cela n'a plus rien à voir avec la lutte contre l'exploitation sexuelle. Les mesures anti-trafic ont fusionné avec celles de sécurité. On filtre les migrants, on décide qui on veut et qui on ne veut pas. La seule façon de penser la migration est de considérer cette pratique comme irrégulière voire illégale.

Qu'aurait-il fallu faire ?

On n'aurait jamais dû se fixer comme objectif d'arrêter le trafic d'êtres humains. La question centrale aurait dû être la mise en place d'une véritable politique sur la migration. Ce n'est

qu'à cette condition que l'on peut s'attaquer au problème du trafic d'êtres humains ainsi qu'à celui de l'exploitation sexuelle. Et c'est parce qu'une telle politique est inexistante, notamment en Europe ou en Asie du Sud-Est, que les trafics prolifèrent. Il existe pourtant une convention de l'ONU sur les travailleurs migrants [la Convention internationale sur la protection des droits de tous les travailleurs migrants et des membres de leur famille, ratifiée par une quarantaine de pays dont aucun occidental]. Nous disposons donc des outils nécessaires pour imaginer ou penser une politique migratoire mondiale. Mais cela demanderait un changement radical de notre manière de penser. Et, malheureusement, personne ne semble vouloir aller dans cette direction, à savoir considérer les mouvements de population au niveau global comme légitimes et valables et obliger les Etats à assurer la sécurité des migrants au cours de leur passage d'un pays à l'autre. Ce qui veut dire que les gens continueront de migrer mais avec l'aide des passeurs et des contrebandiers clandestins.

Propos recueillis par Anton Vos



D'ADDIS-ABEBA À PRAGUE, SUR LES PAS DE L'ÉVOLUTION

L'ENVIRONNEMENT ET LE RÉGIME ALIMENTAIRE ONT PU JOUER UN RÔLE DE SÉLECTION NATURELLE DANS L'HISTOIRE RÉCENTE DE L'ÊTRE HUMAIN. UNE ÉTUDE TENTE DE MESURER SES ÉVENTUELS EFFETS SUR CERTAINS GÈNES, EN PARTICULIER CEUX IMPLIQUÉS DANS LES PROCESSUS DE DÉTOXICATION DE CERTAINES SUBSTANCES (MÉDICAMENTS, ALIMENTS...)

« **N**ous sommes arrivés à Addis-Abeba le 25 décembre, se rappelle Estella Poloni, chargée de cours à l'Unité d'anthropologie (Faculté des sciences). Mais comme l'Ethiopie suit un calendrier différent du nôtre, leur Nouvel An était déjà passé (11 septembre) et le Noël orthodoxe ne tombait que le 7 janvier. Nous n'avons donc pas travaillé au moment des Fêtes mais au cours de leurs préparatifs. »

C'est pourquoi, au cours de leur séjour de deux semaines, chaque fois qu'ils se rendent à l'Université d'Addis-Abeba, la chercheuse genevoise et son doctorant Médéric Mouterde croisent un nombre croissant d'animaux attachés à tous les coins de rue, attendant d'être sacrifiés pour Genna, le jour de la célébration éthiopienne de

la naissance de Jésus-Christ. Le contact local des deux Genevois, Yimer Getnet, directeur du Service pour la recherche et le transfert de technologies et professeur au College of Health Sciences de l'Université d'Addis-Abeba, les a même emmenés acheter une vache destinée à subir le même sort.

Ce n'est pourtant pas pour participer aux coutumes locales que les deux biologistes se sont rendus dans la Corne de l'Afrique. S'ils ont fait le voyage, c'est dans le but de prélever sur une centaine d'étudiants des échantillons de salive et de sang et ce, dans le cadre d'une étude de génétique des populations soutenue par le Fonds national suisse de la recherche scientifique. Leur travail, qui les a déjà menés quelques semaines auparavant à Prague et qui devrait dans les mois à venir les voir embarquer pour



VUE AÉRIENNE
D'ADDIS-ABEBA.

Oman et Chypre, vise à comparer les variations génétiques qui existent entre ces quatre populations et d'y déceler les traces de la sélection naturelle, autrement dit les signes que l'espèce humaine n'a pas fini d'évoluer.

Le projet inclut également un volet toxicologique, mené en collaboration avec Jules Desmeules, professeur à la Section des sciences pharmaceutiques (Faculté des sciences) et à la Faculté de médecine. Il s'agit de mesurer la réponse de certains gènes à la prise d'un mélange de sept médicaments fortement sous-dosés, appelé le *Geneva micro-cocktail*, afin de détecter, là aussi, les différences qui pourraient exister entre les populations (lire encadré).

«Une grande partie des gènes qui nous intéressent dans cette étude sont impliqués dans les processus de détoxication», explique Estella Poloni. Ils codent pour des enzymes et d'autres protéines dont le rôle est d'absorber, de transporter, de métaboliser et d'éliminer les molécules étrangères que nous ingérons ou respirons. Ces gènes existent chez tous les êtres humains mais avec parfois de légères différences. Ces variantes, que l'on appelle des allèles, produisent des protéines dont l'efficacité change aussi, parfois en mieux, parfois en moins bien.»

On retrouve en général presque tous les allèles au sein de chaque population. Ce qui change, ce sont les proportions. L'objectif de l'étude consiste donc à mesurer la fréquence des différentes variantes génétiques et à comparer les profils obtenus pour chaque groupe humain.

Estella Poloni et ses collègues espèrent ensuite tester l'hypothèse selon laquelle les différences entre ces profils génétiques, pour ces protéines particulières, dépendent de l'environnement chimique et du régime alimentaire de chaque population. En d'autres termes, au cours de nombreuses générations d'humains qui se sont succédé au même endroit, ces deux types de paramètres auraient agi comme un agent de

LEUR TRAVAIL VISE À COMPARER LES VARIATIONS GÉNÉTIQUES ET D'Y DÉCELER LES TRACES DE LA SÉLECTION NATURELLE

sélection naturelle. Ils auraient favorisé la survie et la reproduction des personnes plus adaptées que d'autres du point de vue de leur capacité à détoxiquer les molécules représentatives de leur environnement et de leur régime alimentaire. La pression de la sélection varie bien sûr selon l'importance des avantages ou désavantages que procurent les allèles en question.

Dans une étude antérieure, Estella Poloni et ses collègues ont déjà montré que la fréquence des allèles d'un seul de ces gènes impliqués dans la détoxication (le NAT2) varie entre



STEPMAP

Situation

L'Ethiopie est le pays du monde où l'on a retrouvé le plus de restes d'anciens hominidés. Raison pour laquelle il est souvent désigné comme le berceau de l'humanité.

Superficie: 1,1 million de km²

Population: 99,391 millions

Religions:

orthodoxes (43,5 %), musulmans (33,9 %), protestants (18,6 %), autres (4 %)

producteurs (agriculteurs et éleveurs) et chasseurs-cueilleurs. Dans une étude parue l'année dernière et menée dans et autour du Sahel, cette différence, attribuée au régime alimentaire et à l'environnement chimique, a été mise une nouvelle fois en évidence mais, cette fois, entre des populations d'éleveurs et d'agriculteurs.

Pour l'étude présente, l'ambition est plus grande puisque ce n'est pas moins d'une centaine de gènes qui est passée au crible. La tâche n'est pas aisée, car il existe bien d'autres processus qui agissent sur l'évolution du patrimoine génétique d'une population comme sa taille démographique, les migrations, les échanges avec d'autres groupes humains, etc. Dans des populations de petite taille, par exemple, des allèles rares (qu'ils soient avantageux ou désavantageux) peuvent disparaître par hasard très rapidement. D'autres peuvent être introduits lors d'arrivées de migrants se mêlant aux locaux au cours des générations et ainsi de suite.

«Les quatre lieux que nous avons choisis l'ont été de manière à tenir compte, dans les grandes lignes, de l'histoire démographique de l'espèce humaine, précise Estella Poloni. On suppose en effet que l'être humain moderne est apparu quelque part en

Afrique de l'Est, peut-être dans la région du Rift qui se situe en Ethiopie. Ensuite, il aurait colonisé le reste du monde selon deux routes possibles. La première aurait longé la Péninsule arabique avant de continuer vers l'Asie, d'où le choix d'Oman. La seconde serait remontée vers le Proche-Orient et les rives de la Méditerranée avant de pénétrer en Europe, d'où les choix de Chypre et de la République tchèque. Ces quatre étapes sont également suffisamment espacées les unes des autres pour présenter des environnements chimiques et des régimes alimentaires très différents.»

L'équipe genevoise s'est rendue à Prague fin novembre 2015. La seule difficulté qu'elle

a rencontrée au cours de ce séjour de deux semaines a concerné l'échantillonnage des volontaires. En posant des questions sur les parents et grands-parents des participants, il est naturellement apparu que le pays d'origine de ces aïeux n'est pas la République tchèque mais la Tchécoslovaquie. Du coup, les chercheurs se sont rendu compte qu'il était illusoire de s'assurer que les volontaires soient purement Tchèques depuis au moins quelques générations et ont dès lors accepté les ancêtres slovaques dans leur étude.

LES QUATRE LIEUX ONT ÉTÉ CHOISIS DE MANIÈRE À TENIR COMPTE, DANS LES GRANDES LIGNES, DE L'HISTOIRE DÉMOGRAPHIQUE DE L'ESPÈCE HUMAINE

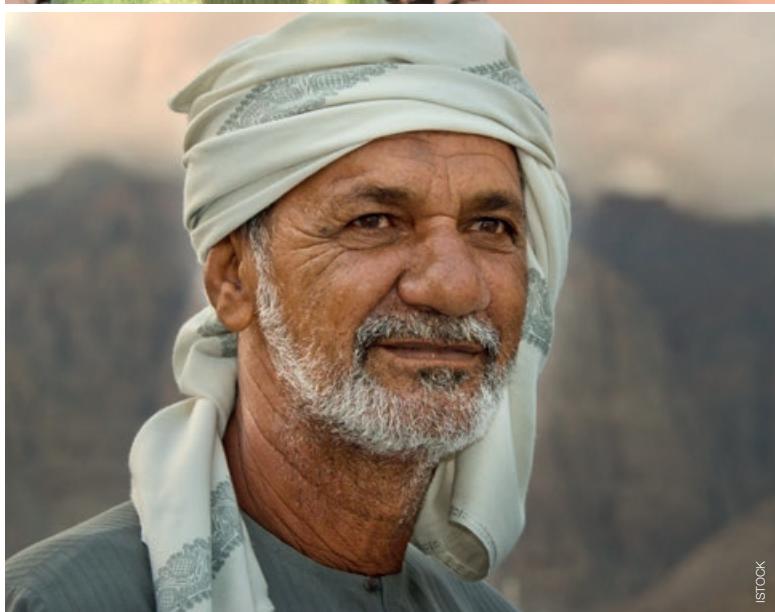
En Ethiopie, la situation est, de ce point de vue, encore plus complexe puisque pas moins de 90 langues différentes sont parlées dans ce pays de 90 millions d'habitants. Aucun volontaire ne peut revendiquer d'appartenir à une seule ethnie depuis quatre générations. Mais étant donné que pratiquement tout le monde était agriculteur ou éleveur il y a un siècle, ce point ne pose pas un réel problème.

Au cours des deux semaines, les chercheurs genevois ne sont guère sortis de la capitale dont le climat est par ailleurs très agréable. La ville est en effet située à plus de 2300 mètres d'altitude et est, de ce fait, épargnée par la

malaria. Tous les volontaires de l'étude ont été recrutés parmi les étudiants de l'Université d'Addis-Abeba. Ces derniers ont d'ailleurs eux-mêmes participé à l'échantillonnage du sang et de la salive. L'ensemble des prélèvements a ainsi pu être achevé en quelques jours seulement.

«Nous voulions avoir des participants qui soient informés et n'aient pas peur de donner du sang et, surtout, d'ingérer un cocktail de sept médicaments, souligne Estella Poloni. Ce dernier point aurait pu provoquer ailleurs une méfiance même s'il s'agit de substances actives sous-dosées qui ne produisent aucun effet visible sur l'organisme. En ce qui concerne la suite des événements, nous attendons désormais les autorisations en provenance d'Oman et de Chypre pour compléter notre base de données.»

Anton Vos



LE «GENEVA MICRO-COCKTAIL»

Tous les individus ne sont pas égaux face aux médicaments. Les enzymes et autres protéines chargées d'absorber, de transporter, de métaboliser et d'éliminer les molécules thérapeutiques varient d'une personne à l'autre. A tel point que ce qui est bénéfique pour certains peut être inefficace, voire toxique pour d'autres. Le Geneva micro-cocktail, mis au point notamment par Jules Desmeules, professeur à la Section des sciences pharmaceutiques (Faculté des sciences) et responsable du Service de pharmacologie et toxicologie cliniques aux Hôpitaux universitaire de Genève (HUG), offre une solution à ce problème. Il s'agit

d'un mélange de sept médicaments suffisamment sous-dosés pour ne plus provoquer d'effets thérapeutiques ou indésirables. Publiée dans la revue *Clinical Pharmacology and Therapeutics* du mois de septembre 2014, cette pilule permet, une fois ingérée et à partir d'une seule goutte de sang prélevée au bout du doigt, de tester les principales voies métaboliques et de proposer au patient un ajustement de son traitement. L'étude (lire ci-contre) menée par Estella Poloni, chargée de cours à l'Unité d'anthropologie (Faculté des sciences), permet de corrélérer les connaissances déjà acquises sur le fonctionnement de ces

enzymes avec des aspects génétiques et ce, dans des populations très différentes les unes des autres. « C'est aussi l'occasion de confirmer ou d'infirmier un certain nombre de particularismes locaux, notamment en Ethiopie, où l'on soupçonne par exemple une plus grande présence au sein de la population d'enzymes de détoxication ultrarapides », note Jules Desmeules. Estella Poloni espère pour sa part que l'exploration de ce genre de pistes puisse ouvrir sur une meilleure compréhension du phénomène de la résistance à certains traitements comme ceux contre la malaria ou la tuberculose.

Il est en effet possible que certains profils génétiques y soient plus ou moins favorables. Le Geneva micro-cocktail a reçu en octobre 2014 le trophée de l'Innovation lors de la 8^e Journée de l'innovation des HUG. Par ailleurs, le prix de la Société suisse de pharmacologie et de toxicologie a récompensé le travail qu'a mené sur ce sujet Maria Bosilkovska, première auteure de l'article cité plus haut et étudiante de Youssef Daali, privat-docent aux Facultés des sciences et de médecine, lui aussi impliqué dans le projet d'Estella Poloni.

AMI ARGAND, GÉNIE DE LA LAMPE

**DISTILLATEUR
ET AÉROSTIER, LE
PHYSICIEN GENEVOIS
A CONTRIBUÉ À
TRANSFORMER
L'ÉCLAIRAGE DES
LOGEMENTS ET
DES VILLES EN
DÉVELOPPANT UNE
LAMPE À HUILE
RÉVOLUTIONNAIRE QUI
A ÉTÉ ABONDAMMENT
PLAGIÉE. DESSERVI PAR
LES CIRCONSTANCES,
IL N'A CONNU NI
LA GLOIRE
NI LA FORTUNE**

« **D**epuis que les lampes sont à la mode, ce sont les jeunes gens qui portent des lunettes, et l'on ne voit plus de bons yeux que parmi les vieillards qui ont conservé l'habitude de lire et écrire avec une bougie voilée d'un garde-vue», s'alarme, à l'aube du XIX^e siècle, Stéphanie-Félicité du Crest, comtesse de Genlis, dans son *Dictionnaire critique et raisonné des Etiquettes de la Cour*. Le responsable de l'effroi de la gouvernante du futur roi Louis-Philippe I^r n'est autre qu'un physicien genevois nommé Pierre-François-Amédée Argand (1750-1803), dit «Ami» Argand, dont le principal tort, aux yeux de la comtesse, est d'avoir mis au point un luminaire doté d'une puissance d'éclairage inédite pour l'époque. Un fait d'armes qui est loin d'être le seul de notre «Ami», celui-ci ayant également contribué à améliorer les techniques de distillation, collaboré avec les célèbres frères Montgolfier, imaginé une cheminée équipée d'un tablier mobile pour le chauffage des maisons ou encore théorisé sur les causes de la grêle. Abondamment plagié avant d'être en partie ruiné par la Révolution de 1789, il n'a de fait connu ni la gloire ni la fortune.

Cap sur Paris Issu d'une famille qui compte dans ses rangs des orfèvres, des horlogers et des marchands ainsi qu'un capitaine blessé durant la fameuse nuit de l'Escalade, Ami Argand aurait dû, selon les vœux de son père, embrasser une carrière ecclésiastique. A l'Académie, où il est inscrit à l'auditoire des Belles Lettres, puis en philosophie, une rencontre va cependant lui faire changer de cap.

Son jeune professeur Horace-Bénédict de Saussure – il a une dizaine d'années de plus

que son élève (lire *Campus* 97) – va en effet lui transmettre son appétit pour les sciences. C'est également sur son conseil qu'Argand prend le chemin de Paris, où il parfait sa formation auprès d'Antoine Lavoisier, considéré comme le père de la chimie moderne, et de son collègue François Fourcroy, tous deux membres de l'Académie des sciences.

Le temps des alambics Visiblement bon élève, Argand est, à son tour, chargé d'enseigner la chimie et la physique au sein de l'institution parisienne. Ce qui serait pour beaucoup une forme d'achèvement ne sera pourtant pour lui qu'une première étape. Sollicité par un groupe de propriétaires viticoles languedociens qui suit avec le plus grand intérêt son cours sur la distillation, Argand installe sa première distillerie à Calvission, non loin de Montpellier en 1780. Une seconde, plus vaste, suit rapidement dans le domaine voisin de Valignac. Secondé par son frère Jean, le jeune savant apporte innovation sur innovation : il perfectionne la forme des alambics, modifie la construction de fourneaux afin de faciliter la conduite du feu et d'optimiser la conduction de la chaleur, trouve le moyen d'empêcher l'érosion du cuivre qui occasionne le vert-de-gris et invente un système permettant de récupérer le résidu de la distillation en vue de produire du vinaigre.

Ses prouesses attirent rapidement l'attention de l'Académie de Montpellier, puis de la Société royale d'agriculture. Loués par l'Abbé Rozier, directeur de l'Ecole pratique d'agriculture de Lyon, les perfectionnements apportés par Argand suscitent également l'admiration d'Antoine Parmentier. Le célèbre promoteur de la consommation de pommes de terre écrit ainsi





The King Queen &c viewing a Balloon let off in the Garden of Windfor Castle.

dans son *Traité théorique et pratique sur la culture de la vigne, avec l'art de faire le vin, les eaux-de-vie, esprit de vin, vinaigres simples et composés* (1801) : « Si l'on désire connaître la brûlerie la plus parfaite qui existe dans le monde entier, je conseille de voir celle que MM. Argand frères, de Genève, ont fait construire à Valignac. »

Son œuvre achevée, Ami Argand cède les droits sur son invention au propriétaire des deux domaines, un certain Joubert, avant de regagner Genève. Il a en effet d'autres chantiers en tête et, en particulier, un projet de lampe qui va s'avérer tout à fait révolutionnaire.

La lanterne magique Selon la légende, c'est en prenant conscience de la vive lumière induite par l'effet de l'air sur les braises lors d'un incendie dans une brûlerie voisine qu'Argand aurait eu l'intuition de ce qui reste comme son invention la plus marquante.

Achevé en 1782, ce luminaire d'un nouveau genre se présente comme une lampe à huile fonctionnant sur le principe des vases communicants, à laquelle Argand adapte une mèche plate roulée de manière à former un canal donnant accès à l'air. Un deuxième courant d'air occasionné par une cheminée de verre entourant

et surmontant la mèche viendra, par la suite, perfectionner le dispositif. Avantages considérables : la lampe d'Argand dispose d'un pouvoir d'éclairage considérable et elle ne produit pas de fumée. A l'heure des ampoules à diode électroluminescente (LED), la chose peut sembler banale. Elle ne l'est pas à l'aube du XIX^e siècle, période à laquelle le summum de l'éclairage consiste en un lustre richement garni de bougies et où les lanternes sont l'apanage des ateliers et des classes populaires.

« L'invention d'Argand paraît simple de nos jours, résume Isaac Benguigui, ancien privat-docent à la Faculté des sciences dans son ouvrage « Genève et ses savants » (2006). Elle témoigne cependant d'un esprit inventif très développé, et même de génie, car tout était à créer : la disposition du réservoir, la forme de la mèche, l'arrangement du bec, le mécanisme du remontoir et la cheminée de verre. Argand est parti de presque rien pour faire une découverte presque parfaite, puisque les lampes qu'utilisaient encore nos parents étaient des lampes d'Argand adaptées à l'emploi du pétrole. »

Malgré les inquiétudes qu'elle suscite chez la comtesse de Genlis, la « lampe à courant d'air » est un succès immédiat en France comme en Angleterre. L'engouement est tel que les

ILLUSTRATION REPRÉSENTANT LA DÉMONSTRATION DE VOL DE BALLON RÉALISÉE PAR AMI ARGAND DEVANT LE ROI D'ANGLETERRE ET SA FAMILLE AU CHÂTEAU DE WINDSOR LE 21 NOVEMBRE 1783.

contrefaçons se multiplient. Malgré deux procès victorieux à Paris, Argand se fait doubler par un apothicaire dénommé Quinquet qui parvient à usurper la trouvaille, comme en témoigne ce petit poème diffusé à l'occasion de la première du *Mariage de Figaro* (27 avril 1784) au Théâtre de l'Odéon :

*«Voyez-vous cette lampe où, munie d'un cristal
Brille un cercle de fér qui anime l'air vital?
Tranquille avec éclat, ardente sans fumée
Argand la mit au jour et Quinquet l'a nommée»*

Un essor royal Malgré ces déconvenues, les commandes affluent. Pour répondre à la demande, une première manufacture ouvre ses portes à Londres. Argand regagne ensuite la France où le roi Louis XVI l'invite à créer une fabrique de lampes sur le territoire national. Le monarque lui promet également le versement d'une importante somme d'argent pour la réalisation d'une grande distillerie à Mèze dans la région de Montpellier qui doit produire «au moins douze pièces d'eau-de-vie par jour». Cet établissement, qui porte le nom de L. Porta & Cie, sera considéré pendant plus de trente ans comme «le premier atelier de brûlerie de France».

Pour faciliter les choses, un décret royal confirme en 1786 que les lampes d'Argand ne peuvent être contrefaites et ont le droit de circuler librement pendant quinze ans dans le royaume. L'atelier obtient par ailleurs le titre de manufacture

«ARGAND EST PARTI DE PRESQUE RIEN POUR FAIRE UNE DÉCOUVERTE PRESQUE PARFAITE»

royale, un encouragement pécuniaire et des facilités pour s'établir dans le pays de Gex, à Versoix, qui est alors en territoire français.

Employant une soixantaine d'ouvriers, l'entreprise produit jusqu'à 3000 lampes par mois. Malgré de nombreuses péripéties liées aux bouleversements politiques de l'époque, elle surviendra à son créateur jusqu'en 1827, contrairement à ses autres entreprises, pillées ou ruinées par la Révolution de juillet 1789.

Qu'à cela ne tienne, Ami Argand a d'autres passions et notamment celle des airs. Après s'être lié d'amitié avec les frères Montgolfier au cours d'une escale à Lyon durant l'été 1783,

il se lance ainsi dans une série d'expérimentations aérostatiques en compagnie du duo. Le 19 septembre, il participe à la démonstration organisée pour le roi à Versailles. Loin de se limiter à un rôle d'observateur, il assiste activement les deux inventeurs lyonnais qui, selon le biographe Charles Ferrier, renoncent sur les conseils du Genevois à l'emploi de l'air chaud pour fabriquer de l'hydrogène et utilisent à la place un gaz produit par de la limaille de fer arrosée d'acide vitriolique. Efficace, le procédé est cependant dangereux compte tenu de l'instabilité du mélange qui est hautement inflammable. Il est donc rapidement abandonné.

Dans la foulée, Argand est invité à Londres, par l'entremise d'un autre physicien genevois, Jean-André Deluc (lire Campus 121), à qui son statut de lecteur de la reine donne ses entrées à la cour, pour une nouvelle démonstration de vol de ballon à air. L'expérience se déroule avec succès le 25 novembre à Windsor devant l'ensemble de la famille royale. «Je ne puis vous dire combien le roi a été satisfait, témoigne Argand dans une lettre adressée à son ami Faujas de Saint-Fond. J'ai [sic.] resté deux jours au milieu de cette intéressante cour. Nous avons fait plusieurs expériences qui ont fait le plus grand plaisir.»

Le coup du bélier A ce succès s'en ajouteront d'autres. En 1798, les citoyens Montgolfier et Argand déposent ainsi un brevet pour l'invention d'un bélier hydraulique. Le dispositif, qui permet de pomper de l'eau à une certaine hauteur en utilisant l'énergie d'une chute d'eau de hauteur plus faible sans utiliser ni roues ni pompes, fait également l'objet d'une patente en Angleterre grâce aux bons soins d'une autre sommité, l'ingénieur écossais James Watt.

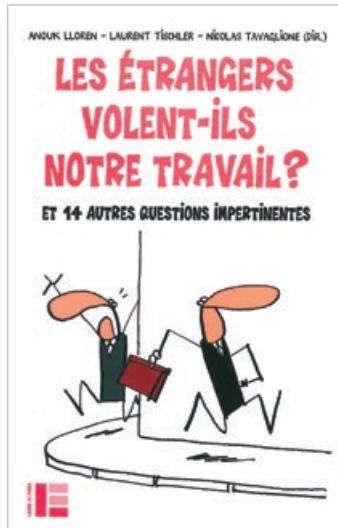
Enfin, outre un mémoire intitulé *Les Causes de la grêle attribuées à l'électricité* présenté devant l'Académie des sciences, quelques recherches destinées à améliorer les machines à filer le coton et un projet de cheminée à tablier mobile, Argand travaille à l'éclairage des villes et des côtes dans les dernières années de sa courte existence (il est mort le 14 octobre 1803 à l'âge de 53 ans). Les réverbères semi-paraboliques qu'il développe, permettant de concentrer la lumière dans une direction, seront adoptés après la mort de leur inventeur dans un certain nombre de phares et testé dans des villes comme Marseille, Lyon, Beaucaire, Grenoble, Livourne ou Naples.

Vincent Monnet

À LIRE

DE L'UTILITÉ DES SCIENCES SOCIALES EN 15 QUESTIONS

Les sciences sociales n'apportent certes pas de réponses définitives aux questions qui dominent les débats de société. Mais elles fournissent les outils nécessaires pour dépasser le niveau du sens commun, c'est-à-dire celui d'une conversation au café du commerce qui tourne souvent autour de questions telles que «les étrangers volent le travail des Suisses», «les fonctionnaires sont



paresseux» ou encore «les artistes profitent des allocations sociales». C'est précisément ce qu'essayent de démontrer un groupe de jeunes chercheurs issus du Département de science politique, ayant achevé ou étant sur le point de terminer leur thèse, dans cet ouvrage collectif intitulé *Les étrangers volent-ils notre travail?* Illustrées par les dessins à l'humour mordant de Mix & Remix, toutes les contributions ont en commun la volonté de se confronter aux questions qui fâchent et émergent régulièrement dans le débat public. Outre les étrangers, les auteurs s'emparent de thèmes tels que les limites de la liberté d'expression, l'identité de celui ou ceux qui dominent le monde, du citoyen trop bête pour le laisser voter, de l'ami Big Brother qui nous veut du bien, de

l'individualisme comme condition nécessaire au vivre-ensemble, du pouvoir aux mains des médias, de l'inexistence de la classe moyenne, de la nouvelle forme de colonialisme qu'est devenue l'aide humanitaire, etc. En bref, cet ouvrage accessible à un large public tente de tordre le cou à l'idée reçue que les sciences sociales ne servent à rien et s'élève contre les tentatives récurrentes visant à couper le financement de ce vaste domaine de recherche scientifique. A.Vs

«LES ÉTRANGERS VOLENT-ILS NOTRE TRAVAIL ? ET 14 AUTRES QUESTIONS IMPERTINENTES», OUVRAGE COLLECTIF DIRIGÉ PAR ANOUK LLOREN, LAURENT TISCHLER ET NICOLAS TAVAGLIONE, ÉD. LABOR ET FIDES, 242 P.

Vaine est la lutte contre les drogues

La prohibition des drogues, telle qu'elle est pratiquée en Suisse et ailleurs dans le monde, est une ineptie. Et elle est un échec, comme certains chercheurs l'ont prédit il y a plus de 40 ans déjà. Le dernier ouvrage de Christian-Nils Robert n'y va pas par quatre chemins. Préfacé par Sylvie Arsever, journaliste judiciaire au quotidien *Le Temps*, il met en parallèle les conclusions de la *Global Commission on Drugs Policy*, groupement de personnalités et d'ex-chefs d'Etat qui a rendu un rapport en 2014, et les prises de position régulières depuis 1970 du professeur honoraire à la Faculté de droit qui a passé une partie importante de sa carrière à analyser la question des drogues dans la société d'un point de vue juridique, politique et social. Lui et un petit nombre de collègues se sont en effet évertués, depuis 1970, à «dénoncer l'hypocrisie de la répression, son inadéquation face aux objectifs essentiels d'une législation sanitaire sur les stupéfiants, sa perversité économique et la garantie d'un marché mondial illimité et si souvent associé à l'approvisionnement de guerres asymétriques».

A cet égard, il est frappant de remarquer à quel point le rapport de la *Global Commission on Drugs Policy*, dont fait partie notamment Ruth Dreifuss, ancienne conseillère fédérale, ne fait que confirmer toutes ces affirmations: la prévention, objective et dépourvue de morale, est prioritaire; la clandestinité aboutit à la mise sur le marché de drogues frelatées et dangereuses; la prohibition est contre-productive et crée de vastes marges de profit illiques; il faut changer les lois antidrogue; il faut réglementer le marché des produits potentiellement dangereux. A.Vs

«DROGUES: UN ÉCHEC ANNONCÉ, 40 ANS DE LUTTE CONTRE L'INEPTIE DE LA PROHIBITION», PAR CHRISTIAN-NILS ROBERT, ÉD. GEORG, 111 P.

Christian-Nils Robert

Preface de Sylvie Arsever

**DROGUES:
UN ÉCHEC
ANNONCÉ**

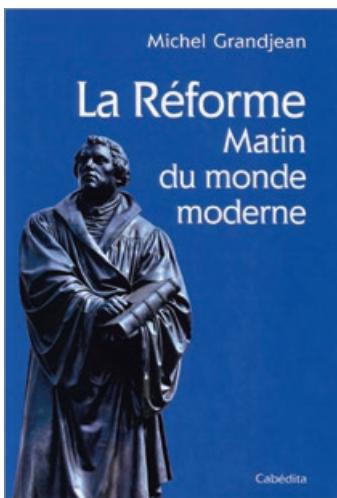
40 ans de lutte
contre l'ineptie
de la prohibition

georg

LA RÉFORME, LE PAPE ET LE SOLEIL

La Réforme fut «le plus grand malheur» dont l'Eglise ait jamais été victime au cours de son histoire, selon l'historien luxembourgeois Joseph Lortz (1887-1975). Son confrère, le Genevois Jean-Henri Merle d'Aubigné (1794-1872), y voyait au contraire rien de moins qu'«une œuvre de Dieu». Prenant ses distances avec l'un comme avec l'autre, Michel Grandjean, professeur à la Faculté de théologie, examine dans ce petit livre quelques chapitres historiques qui illustrent les liens étroits unissant Réforme et modernité. Dans un récit mené tambour

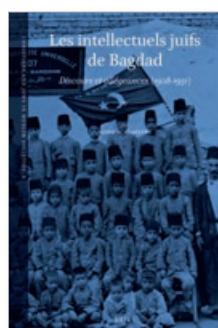
battant, le lecteur passe ainsi du célèbre discours de Luther opposant aux pouvoirs politique et ecclésiastique la force de sa conscience (1521), à la publication, en 1534 de la Bible allemande de Luther, épisode qui marque un jalon capital dans l'histoire de l'allemand et des langues vernaculaires. En cours de route, il aura fait étape en 1523, pour le mariage de Catherine Schütz à Strasbourg, qui donne à l'auteur l'occasion de faire le point sur la place que la Réforme accorde aux femmes ou en 1552, moment de la publication d'un livre étonnamment moderne de Sébastien Castellion sur la cause des violences religieuses. Soucieux de montrer que les réformateurs ne se sont pas montrés modernes en tous points, Michel Grandjean conclut en rappelant qu'en octobre 1582 les Etats protestants européens refusèrent d'adopter le calendrier «grégorien» proposé par les savants experts de Rome malgré sa plus grande précision. Un geste qui fera dire à l'astronome luthérien Johannes Kepler «que les protestants aiment mieux être en désaccord avec le soleil qu'en accord avec le pape». VM



«LA RÉFORME. MATIN DU MONDE MODERNE», PAR MICHEL GRANDJEAN,
ÉD. CABÉDITA, 91 P.



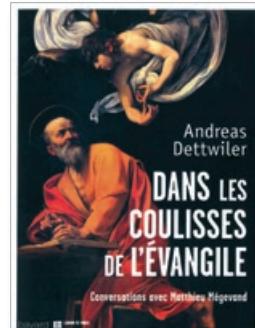
OCTOBRE NOIR
En France, la révolution russe d'octobre 1917 est aujourd'hui perçue comme un cauchemar totalitaire. Il n'en a cependant pas toujours été ainsi. C'est ce que démontre Eric Aunoble, (Faculté des lettres) dans cette enquête très fouillée. **«LA RÉVOLUTION RUSSE, UNE HISTOIRE FRANÇAISE. LECTURES ET PRÉSENTATIONS DEPUIS 1917»**, PAR ÉRIC AUNOBLE, LA FABRIQUE ÉDITIONS, 255 P.



ÊTRE JUIF À BAGDAD
Jusqu'à leur départ du pays au début des années 1950, les intellectuels juifs ont utilisé diverses stratégies pour s'assurer une présence permanente dans la sphère publique irakienne, comme en témoigne cette enquête signée par Aline Schlapfer (Faculté des lettres). **«LES INTELLECTUELS JUIFS DE BAGDAD. DISCOURS ET ALLÉGEANCES (1908-1951)»**, PAR ALINE SCHLAEPPER, BRILL, 318 P.



UN ÉTÉ AU PASSÉ
C'est dans la bibliothèque de son grand-père, l'historien Charles Borgeaud, que nous entraîne Luc Weibel (ancien professeur à la Faculté de traduction et d'interprétation) avec cet ouvrage qui mêle recherche historique, anecdotes personnelles ou professionnelles et rencontres imprévues. **«UN ÉTÉ À LA BIBLIOTHÈQUE»**, PAR LUC WEIBEL, LA BACONNIÈRE, 455 P.



L'ÉVANGILE DÉCRYPTÉ
Qui a écrit les Evangiles ? Et quand ? Que savons-nous du Jésus historique ? Qu'est-ce que le péché ou le jugement dernier ? Andreas Dettwiler, professeur à la Faculté de théologie, passe en revue les grandes thématiques du Nouveau Testament. **«DANS LES COULISSES DE L'ÉVANGILE»**, ENTRETIEN AVEC ANDREAS DETTWILER, PAR MATTHIEU MÉGEVAND, LABOR ET FIDES, 217 P.

THÈSES DE DOCTORAT

DROIT

RIONDEL, GHISLAINE

La prise en charge des soins de santé dans un contexte transfrontalier européen: problématique générale en Europe et propositions pour la Région franco-valdo-genevoise

Dir. Greber, Pierre-Yves

Th. UNIGE 2016, D. 908 | Web*: 81977

ZHUANG, WEI

Intellectual property rights and climate change: interpreting the TRIPS Agreement for facilitating innovation and transfer of environmentally sound technologies

Dir. de Werra, Jacques; Marceau, Gabrielle

Th. UNIGE 2015, D. 910 | Web*: 83361

ÉCONOMIE ET MANAGEMENT

AVELLA MEDINA, MARCO ANDRÉS

Robust penalized M-estimators for generalized linear and additive models

Dir. Ronchetti, Elvezio

Th. UNIGE 2016, GSEM 20 | Web*: 83060

BOFFA, MAURO

Issues in international economics: from commercial policies to the advent of online trade

Dir. Olarreaga, Marcelo

Th. UNIGE 2016, GSEM 22 | Web*: 81850

BRATT, MICHAEL

Beyond tariffs: three essays on non-conventional impediments to trade

Dir. Olarreaga, Marcelo

Th. UNIGE 2016, GSEM 21 | Web*: 82094

DUPUIS LOZERON, ELISE

Simulation based bias correction methods for complex problems

Dir. Victoria-Feser, Maria-Pia; Guerrier, Stéphane

Th. UNIGE 2015, GSEM 17 | Web*: 78642

GONCALVES, JUDITE

Measurement and effects of home care policy on health care use

Dir. Weaver, France; Krishnakumar, Jaya

Th. UNIGE 2015, GSEM 19 | Web*: 80031

ISELI, GRÉGOIRE

Risk, collateral and investor sentiment in exchange traded funds

Dir. Louborge, Henri

Th. UNIGE 2015, GSEM 14 | Web*: 78840

KADILLI, ANJEZA

Essays in financial econometrics

Dir. Krishnakumar, Jaya; Louborge, Henri

Th. UNIGE 2016, GSEM 13 | Web*: 80528

LETTRES

BOLAY, JEAN-MARIE

György Kepes, la perception et l'ornement (1937-1974): mise en page, exposition, art environnemental

Dir. Gamboni, Dario Libero

Th. UNIGE 2015, L. 841 | Web*: 78601

MÉDECINE

SCHLAEPPER-PESSINA, ALINE

CRÉATION DU REGISTRE GENEVOIS SUR L'INSUFFISANCE CARDIAQUE AIGUË

L'insuffisance cardiaque aiguë (ICA) constitue la première cause d'hospitalisation après l'âge de 65 ans et son pronostic demeure mauvais. Les dépenses engendrées par cette maladie représentent entre 1 et 2 % du budget total de la santé des pays développés. Néanmoins, la compréhension des médecins, sur le plan épidémiologique notamment, de l'ICA reste limitée. Des registres de cohorte récents sur l'ICA ont permis de combler partiellement ces lacunes mais plusieurs zones d'ombre persistent. Ce travail décrit le processus de création du Registre genevois sur l'insuffisance cardiaque aiguë, une entité mise sur pied au sein du Service de médecine interne générale des Hôpitaux universitaires genevois. Ce registre a pour objectif d'inclure 1200 patients qui seront suivis prospectivement sur une durée de 24 mois. Le projet prévoit également la création d'une biobanque qui permettra d'analyser de nouveaux marqueurs biologiques et génétiques liés à l'ICA.

DIR. PERRIER, ARNAUD

Th. UNIGE 2015, Méd. 10766 | Web*: 77407

GRISOT, CRISTINA

Temporal reference: empirical and theoretical perspectives: converging evidence from English and Romance

Dir. Moeschler, Jacques

Th. UNIGE 2015, L. 839 | Web*: 82583

HENEVELD, AMY

Cordis Digitus: l'amour, la philologie, le Donnei des amants et son manuscrit

Dir. Foehr-Janssens, Yasmina

Th. UNIGE 2016, L. 843 | Web*: 81101

JACQUET, FRANÇOIS

Utilitarianism for the error theorist

Dir. Deonna, Julien

Th. UNIGE 2016, L. 844 | Web*: 80790

MINUTELLI, MARZIA

L'arca di Saba: «i sereni animali / che avvicinano a Dio»

Dir. Loporatti, Roberto

Th. UNIGE 2016, L. 842 | Web*: 81196

MÉDECINE

BRUN, CHARLOTTE

Réponse à l'aspirine: différence de taux de thromboxane B2 sérique entre deux études cliniques

Dir. Reny, Jean-Luc; Fontana, Pierre

Th. UNIGE 2016, Méd. 10791 | Web*: 81866

DRAKOPoulos, PANAGIOTIS

L'effet de l'hormone de croissance sur l'épaisseur endométriale et la fertilité, dans le traitement de femmes ayant un panhypopituitarisme

Dir. Petignat, Patrick

Th. UNIGE 2015, Méd. 10788 | Web*: 81522

ELSIG, FANNY

Perte des dents, efficacité masticatoire et troubles cognitifs chez le patient âgé

Dir. Muller, Frauke; Zekry, Dina Selma

Th. UNIGE 2015, Méd. dent. 738 | Web*: 78448

IRANMANESH, POUYA

Temps d'installation et d'amarrage du système chirurgical da Vinci®: analyse prospective des données préliminaires

Dir. Morel, Philippe

Th. UNIGE 2015, Méd. 10778 | Web*: 78834

KARENOVICS, WOLFRAM

Le neuromonitoring du nerf récurrent gauche pendant la médiastinoscopie

Dir. Triponez, Frédéric

Th. UNIGE 2016, Méd. 10790 | Web*: 81648

KASSOTAKIS, EMMANUEL

Évaluation des différents traitements de surface sur des échantillons en composite CAD/CAM

Dir. Krejci, Ivo

Th. UNIGE 2015, Méd. dent. 734 | Web*: 79253

LAZAROU, ILIAS

Prédicteurs d'infection chez des patients traités par rituximab pour des maladies autoimmunes y compris la polyarthrite rhumatoïde

Dir. Guerne, Pierre-André

Th. UNIGE 2015, Méd. 10786 | Web*: 78995

LODI RIZZINI, ADÈLE

Comparaison de différentes options de prétraitement pour l'infiltration de lésions carieuses naturelles

Dir. Krejci, Ivo

Th. UNIGE 2016, Méd. dent. 739 | Web*: 81102

MASOURIDI LEVRAT, STAVROULA

Transplantation de cellules souches hématopoïétiques périphériques partiellement déplétées en lymphocytes T chez les patients avec anémie aplastique sévère: excellents résultats et incidence élevée de chimérisme mixte

Dir. Chalandon, Yves

Th. UNIGE 2016, Méd. 10795 | Web*: 83494

MORAGUEZ, OSVALDO

Ponts fixes remplaçant les quatre incisives maxillaires soutenus par deux implants à diamètre étroit : étude pilote sur 5 ans

Dir. Belser, Urs Christophe; Sailer, Irene

Th. UNIGE 2015, Méd. dent. 736 | Web*: 77552

NICODEME, JEAN-DAMIEN

Evaluation anatomique de l'abord médial dans les arthrodèses tibio-talo-calcanéennes

Dir. Hoffmeyer, Pierre

Th. UNIGE 2015, Méd. 10777 | Web*: 78438

PRADA, PACO BORIS

Troubles de la personnalité borderline avec comorbidités TDA-H: Implications cliniques et thérapeutiques

Dir. Aubry, Jean-Michel; Perroud, Nader Ali

Th. UNIGE 2016, Méd. 10792 | Web*: 81103

PSYCHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION

MONNIER-SILVA, ANNE CATHERINE

LE TEMPS DES DISSERTATIONS: FABRICATION D'UN EXERCICE AU SERVICE DE L'INTELLIGENCE ET DE LA CULTURE DES JEUNES GENS ET DES JEUNES FILLES À GENÈVE (1836-2004)

Cette thèse montre comment la dissertation en tant qu'exercice scolaire apparaît et se développe dans le cadre d'un projet politique précis (la démocratisation de l'enseignement) impliquant la mise en place d'un nouveau modèle de formation (la culture générale) dans lequel le français joue tout au long du XX^e siècle le rôle de fer de lance. A Genève, le processus de fabrication de la dissertation est le résultat du développement des écoles secondaires de jeunes filles, ces dernières jouant le rôle d'accélérateur dans la construction du système scolaire. En effet, ces écoles s'organisent dès 1848 autour d'une culture moderne dans laquelle le français prend le statut de voûte et la dissertation celui de la clé qui tient l'ensemble. Avec les premières remises en cause à partir des années 1955, l'exercice ne disparaît pas mais est reconfiguré en profondeur, en particulier à l'école de culture générale dès les années 1980. Il devient alors progressivement un exercice argumentatif évaluant la culture scolaire littéraire acquise par l'élève.

DIR. DOLZ-MESTRE, JOAQUIM; HOFSTETTER, RITA

Th. UNIGE 2015, FPSE 615 | Web*: 80784

RAHBAN, SONIA

Les hématomes du plancher buccal, une mise en jeu du pronostic vital en implantologie dentaire: quelles implications cliniques pour leur prévention?

Dir. Wiskott, Anselm; Vazquez, Lydia

Th. UNIGE 2016, Méd. dent. 740 | Web*: 81964

SARATTI, CARLO MASSIMO

L'influence des composites renforcés avec fibres de verre sur l'intégrité marginale, la résistance à la fracture et les modes d'échec des dents dévitalisées et restaurées avec une Endocrown en résine CAD/CAM

Dir. Krejci, Ivo

Th. UNIGE 2016, Méd. dent. 741 | Web*: 83275

SIEGENTHALER, NILS

Hémodynamique appliquée en médecine intensive: de la macrocirculation à la microcirculation en médecine intensive

Dir. Bendjelid, Karim; Pugin, Jérôme

Th. UNIGE 2015, Méd. 10773 | Web*: 79098

WAEBER, BAPTISTE

Le mal aigu des montagnes: de la physiopathologie à la recherche appliquée

Dir. Tramer, Martin

Th. UNIGE 2016, Méd. 10793 | Web*: 81849

NEUROSCIENCES

MIENDLARZEWSKA, EWA

Lasting effects of reward on declarative memory: behavioral and neural mechanisms in humans

Dir. Bavelier, Daphné; Schwartz, Sophie

Th. UNIGE 2016, Neur. 163 | Web*: 83137

PSYCHOLOGIE ET SCIENCES DE L'ÉDUCATION

AUDRIN, CATHERINE

Neural and psychological antecedents of preferences for luxury

Dir. Sander, David; Chanal, Julien

Th. UNIGE 2016, FPSE 633 | Web*: 83268

POOL, EVA

The role of affective relevance in the processing of positive rewarding stimuli

Dir. Sander, David

Th. UNIGE 2015, FPSE 622 | Web*: 78829

SCHENKEL, KATIA

L'empathie à tout prix? Etude des liens entre empathie et régulation des émotions dans le contexte de la relation d'aide par téléphone

Dir. Kaiser Wehrle, Susanne

Th. UNIGE 2013, FPSE 549 | Web*: 81538

SERWE, STEFAN

Exploiting linguistic resources for self-employment: workplace practices and language use of Thai immigrant entrepreneurs in the German periphery

Dir. Fillietzaz, Laurent; De Saint-Georges, Ingrid

Th. UNIGE 2015, FPSE 609 | Web*: 78253

SURIAN, MARC ALBERTO

Enseigner la production orale et écrite en classes d'accueil post-obligatoires

Dir. Dolz-Mestre, Joaquim

Th. UNIGE 2015, FPSE 617 | Web*: 79570

ZOGMAL, MARIANNE

Les processus d'observation et de catégorisation des enfants comme outil de travail dans les pratiques professionnelles des éducatrices et éducateurs de l'enfance

Dir. Fillietzaz, Laurent

Th. UNIGE 2015, FPSE 614 | Web*: 79060

SCIENCES

ALGHANEM, BANDAR

Mass spectrometry-based selectivity and sensitivity enhancement for the quantification of protein expression changes in anti-viral response mechanisms

Dir. Hopfgartner, Gerard

Th. UNIGE 2016, Sc. 4885 | Web*: 80930

BADOUD, SIMON

Functional and structural neuroimaging in Parkinson's disease and assessment of the therapeutic potential of Autologous Neural Cells Ecosystem (ANCE) transplantation in a MPTP nonhuman primate model: a multidisciplinary study

Dir. Karch, François; Burkhard, Pierre; Rouiller, Eric M.

Th. UNIGE 2016, Sc. 4900 | Web*: 82304

BARONNIER CAFFE, DELPHINE

Differentiation dynamics, postnatal fate and plasticity potential of murine embryonic pancreatic endocrine cells

Dir. Herrera, Pedro Luis; Rodriguez, Ivan

Th. UNIGE 2016, Sc. 4889 | Web*: 80922

BONILLA BUSTILLO, XIMENA

Genomic characterization of basal cell carcinoma of the skin

Dir. Antonarakis, Stylianos; Halazonetis, Thanos

Th. UNIGE 2016, Sc. 4888 | Web*: 81906

BRUDERER, TOBIAS

Accurate mass spectral libraries and predicted liquid chromatography retention times in bioanalysis and data independent metabolomics

Dir. Hopfgartner, Gerard

Th. UNIGE 2016, Sc. 4894 | Web*: 80935

CHEKINI, MAHSHID

Large-scale self-assembled plasmonic templates for enhanced spectroscopy

Dir. Buergi, Thomas

Th. UNIGE 2016, Sc. 4906 | Web*: 82404

THÈSES DE DOCTORAT

CUNEO, NOÉ

Non-equilibrium steady states for Hamiltonian chains and networks
Dir. Eckmann, Jean-Pierre; Velenik, Yvan Alain
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4916 | Web*: 83489

DAVERIO, DAVID

Cosmology on the Lattice: latfield2, a C++ framework for classical Field simulation on massively parallel computers
Dir. Kunz, Martin
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4852 | Web*: 81565

DOUCHI, DAMIEN

New steps toward understanding the regulation of photosystem i biogenesis in chlamydomonas reinhardtii
Dir. Goldschmidt-Clermont, Michel P.
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4910 | Web*: 82586

DOUSSE, ALINE

Computational identification and analysis of conserved non-coding vertebrate elements
Dir. Zdobnov, Evgeny; Appel, Ron David
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4907 | Web*: 82294

EVANGELATOS, NAPOLEON-ORESTIS

Efficient algorithms, architectures and implementations in internet of things and smart environments
Dir. Rolim, Jose
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4861 | Web*: 78835

FERRARI, PAOLO

Why are histones dynamic?
Dir. Strubin, Michel
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4777 | Web*: 77536

FRANZONI, IVAN

Pd-catalyzed selective synthesis of arylated aldehydes
Dir. Mazet, Clement
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4869 | Web*: 79101

FUEGLISTALER, ANDREAS

Formation of substellar bodies in cold conditions: gravitational stability of fluids in a phase transition
Dir. Pfenniger, Daniel
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4903 | Web*: 81874

GALLI, VALENTINA

Visualizing the GTPase activity of dynamin with nanobodies
Dir. Roux, Aurélien
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4905 | Web*: 82295

GAIBITZ, CHRISTL

Structural and functional characterization of rapamycin-resistant TORC2
Dir. Loewith, Robbie Joséph
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4853 | Web*: 78994

GRASSI, ALBA

Spectral theory and non-perturbative strings
Dir. Marino Beiras, Marcos
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4821 | Web*: 79262

GROGNUZ, ANTHONY

Human fetal progenitor tenocytes for the treatment of tendon afflictions
Dir. Applegate, Lee Ann; Bugnon, Olivier Jean
 Th. UNIGE 2016, Sc. 4886 | Web*: 83182

GRUSHINA, ANNA

Quantum transport in high quality suspended graphene
Dir. Morpurgo, Alberto
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4834 | Web*: 78997

SCIENCES

ROTZINGER, AURÉLIE

ADHÉSION MÉDICAMENTEUSE LORS DE L'INFECTION AU VIH: CINQ ÉTUDES TIRÉES DE LA PRATIQUE QUOTIDIENNE D'UNE CONSULTATION D'ADHÉSION

L'adhésion médicamenteuse lors d'une infection au VIH est un facteur clé du succès thérapeutique. La consultation développée à la pharmacie de la Polyclinique médicale universitaire de Lausanne soutient les patients dans leur adhésion quotidienne. Elle se base sur une mesure de l'adhésion par piluliers électroniques couplée à des entretiens motivationnels. L'étude des données récoltées lors de cette consultation a permis de montrer qu'un événement modifiant la routine de vie d'un patient – arrivée d'un enfant ou changement de traitement – influence l'adhésion. D'autre part, la qualité de la mesure de l'adhésion étant déterminante afin d'obtenir des conclusions de recherche fiables, l'analyse montre que la combinaison de plusieurs méthodes de mesure (pilulier électronique, comptage et entretien individuel) permet d'apporter des informations complémentaires susceptibles d'améliorer la mesure et la prise en charge des patients.

DIR: SCHNEIDER VOIROL, MARIE PAULE BUGNON, OLIVIER JEAN

Th UNIGE 2015, Sc. 3794. | Web*: 78679

HUI, KA YI

The role of immediate early transcription factors in the regulation of peripheral circadian clocks
Dir. Schibler, Ulrich
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4863 | Web*: 78838

KALININ, NIKITA

Tropical geometry for Nagata's conjecture and Legendrian curves
Dir. Mikhalkin, Grigory
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4864 | Web*: 80308

KASTBERGER, BIRGIT

Metabolic control of cell adhesion and migration through beta1A integrin acetylation: be aware of the acetylation switch!
Dir. Wehrle-Haller, Bernhard; Gruenberg, Jean
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4875 | Web*: 80152

LAPTEVA, MARIA

Novel strategies to optimize topical skin bioavailability of low and high molecular weight drugs
Dir. Kalia, Yogeshvar; Scapozza, Leonardo
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4859 | Web*: 80925

LECERF-SCHMIDT, FLORINE

Conception et développement de nouveaux ligands des transporteurs ABCG2 et MRP1 dans le cadre de la résistance à de multiples drogues anticancéreuses
Dir. Carrupt, Pierre-Alain; Nurriso, Alessandra; Boumendjel, Ahcène; Peres, Basile
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4840 | Web*: 78080

LEJZEROVICZ, FRANCK

Towards comprehensive surveys of environmental eukaryotic diversity using high-throughput sequencing
Dir. Pawłowski, Jan Wojciech
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4851 | Web*: 78837

LI, HOUHUA

Ir-catalyzed diastereoselective isomerization of primary allylic alcohols
Dir. Mazet, Clement
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4891 | Web*: 80928

LOUIS, JUSTINE

Spanning trees in discrete tori, hypercubic lattices and circulant graphs
Dir. Karlsson, Anders
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4867 | Web*: 81877

LUGLI, NATALIA

Functional characterization and genomic analysis of stem cell organoids derived from adult mouse gallbladder and intestine tissues
Dir. Halazonetis, Thanos
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4865 | Web*: 80150

MOHD OMAR, FATEHAH BINTI

Characterization, properties, transformations and behavior of ZnO nanoparticles in aquatic systems
Dir. Stoll, Serge; Habdul Aziz, Hamidi
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4284 | Web*: 80095

MONKELBAAN, JOACHIM

Global change, sustainability, governance: constructing an integrative framework for steering transitions
Dir. Hedjazi, Alexandre Babak; Patel, Martin Kumar
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4892 | Web*: 82579

MONSALVE MARIN, CARLOS

Climatic change during the late glacial in the northwestern part of Colombia, based on palynology and microfluorescence-x
Dir. Gorin, Georges Edouard
 Th. UNIGE 2014, Sc. 4718 | Web*: 81059

NEYROUD, DARIA

Investigation of the mechanisms underlying neuromuscular weakness and fatigue in healthy and clinical populations
Dir. Karch, François; Kayser, Bengt E.; Place, Nicolas
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4846 | Web*: 78089

NOVELLO, ANNA MARIA

STM investigation of defects, charge density wave and superconductivity in 1T -Cu_xTiSe₂ (0 ≤ x ≤ 0.07)
Dir. Renner, Christoph
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4832 | Web*: 78445

OPPENHEIM, REBECCA

Contribution of the TCA cycle in the central carbon metabolism of apicomplexan parasites
Dir. Soldati-Favre, Dominique; Martinou, Jean-Claude
 Th. UNIGE 2015, Sc. 4858 | Web*: 80156

SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ ODONI, MIRIAM GINA

CONCURRENCE ET CLASSEMENT: LA SÉLECTION PAR LES CONCOURS DANS LA CARRIÈRE DES MUSICIENS

L'objectif de cette recherche est d'étudier les mécanismes de sélection du marché musical à travers le prisme du concours de musique international. L'auteure examine le parcours de musiciens ayant passé par ce type d'événement afin d'analyser l'impact de l'obtention d'un prix sur une carrière professionnelle. Ses résultats montrent tout d'abord que le concours permet d'acquérir certaines compétences primordiales pour devenir un musicien soliste (aisance, gestion du trac, stabilité, etc.). Ce type d'événements permet également de repérer les candidats qui ont le meilleur potentiel pour embrasser une carrière de soliste. Enfin, l'obtention d'un prix d'un concours prestigieux agit comme un signal qualitatif, une valeur distinctive qui favorise l'insertion sur le marché du travail et procure aux musiciens une visibilité accrue.

DIR: DUCRET, ANDRÉ

Th UNIGE 2015, SdS. 21 | Web*: 80569

ORTELLI, MÉLISSA

Chemistry and physical properties of ore-forming fluids trapped in ore and gangue minerals: new insights into mineralization processes in magmatic-hydrothermal systems with special focus on the Butte mining district (USA)

Dir. Kouzmanov, Kalin; Fontboté, Lluís
Th. UNIGE 2015, Sc. 4792 | Web*: 77923

PALAVERSA, LOVRO

Variability and standard candles in the era of new large-scale surveys

Dir. Eyer, Laurent
Th. UNIGE 2015, Sc. 4880 | Web*: 80550

PATRULEA, VIORICA

Medical and environmental application of chitosan

Dir. Borchard, Gerrit; Ostafe, Vasile
Th. UNIGE 2015, Sc. 4862 | Web*: 81911

PERIAT, AURÉLIE CLAUDINE

Utilisation de la chromatographie d'interaction hydrophile pour l'analyse de composés d'intérêt pharmaceutique

Dir. Veuthey, Jean-Luc; Guillarme, Davy
Th. UNIGE 2015, Sc. 4871 | Web*: 80919

REICHERT, CHRISTIAN

Non-covalent PEGylation of therapeutic proteins

Dir. Borchard, Gerrit
Th. UNIGE 2016, Sc. 4899 | Web*: 81969

RICCADONNA, CRISTINA

Hypomethylating agents and glioma: from sensitisation to cell death by cytotoxic immune mediators

Dir. Martinou, Jean-Claude; Walker, Paul Richard
Th. UNIGE 2015, Sc. 4847 | Web*: 77931

RODRIGUEZ ALLER, MARTA RUTH

Strategies for the delivery of insoluble drugs to the eye

Dir. Gurny, Robert; Veuthey, Jean-Luc
Th. UNIGE 2014, Sc. 4741 | Web*: 78072

ROSSET, DENIS

Characterization of correlations in quantum networks

Dir. Gisin, Nicolas
Th. UNIGE 2015, Sc. 4813 | Web*: 77401

ROSSIER, DANIEL

The Grueneberg ganglion: specific chemoreceptors and atypical axonal wiring

Dir. Rodriguez, Ivan
Th. UNIGE 2014, Sc. 4656 | Web*: 80645

RYCKEWAERT, LUCIE

Identification and characterization of novel sirtuin inhibitors against aging-related diseases

Dir. Carrupt, Pierre-Alain; Veuthey, Jean-Luc; Simoes Avello, Claudia
Th. UNIGE 2015, Sc. 4822 | Web*: 78258

SAKR, OMAR

Layer-by-Layer (LbL) coatings for controlled delivery of biologicals

Dir. Jordan, Olivier; Borchard, Gerrit
Th. UNIGE 2015, Sc. 4874 | Web*: 81912

SINGOVSKI, GRIGORI

The study of the pro-metastatic reprogramming of human primary colon cancer cells in vitro and in vivo

Dir. Ruiz Altaba, Ariel; Rodriguez, Ivan
Th. UNIGE 2015, Sc. 4850 | Web*: 80568

SOTIROU, SOTIRIOS

Mechanisms underlying genomic instability in human cancers

Dir. Halazonetis, Thanos
Th. UNIGE 2016, Sc. 4895 | Web*: 81482

SPAGGIARI, DANY

In vitro assessment of human hepatic cytochrome P450 activities using liquid chromatography-mass spectrometry

Dir. Rudaz, Serge; Veuthey, Jean-Luc
Th. UNIGE 2015, Sc. 4860 | Web*: 78969

SUN, KE

Information geometry and data manifold representations

Dir. Marchand-Maillet, Stéphane
Th. UNIGE 2015, Sc. 4877 | Web*: 80017

TOUILLOUX, ROMAIN YANNICK CLAUDE

Towards a renewable, reliable and robust electrochemical sensing principle for arsenic(III) detection in environmental freshwater systems

Dir. Bakker, Eric
Th. UNIGE 2015, Sc. 4897 | Web*: 81571

WATANABE, KYOKO

Approaches for improving throughput and sensitivity of LC-ESI-MS/MS analysis for small molecules in biological Samples

Dir. Hopfgartner, Gerard
Th. UNIGE 2015, Sc. 4893 | Web*: 82289

ZHANG, YING

Development of novel high resolution mass spectrometry proteomic workflows to support the investigation of protein expression of dendritic cells during anti-viral response

Dir. Varesio, Emmanuel; Hopfgartner, Gerard
Th. UNIGE 2015, Sc. 4870 | Web*: 80045

ZIA, HASEEB

A numerical model for simulating sediment routing in shallow water flow

Dir. Castelltort, Sébastien; Simpson, Guy
Th. UNIGE 2015, Sc. 4855 | Web*: 81865

SCIENCES DE LA SOCIÉTÉ

DEBONNEVILLE, JULIEN

Les écoles de la servitude aux Philippines des carrières migratoires de travailleuses domestiques aux processus d'altérisation: pour une approche socio-anthropologique des études postcoloniales

Dir. Gardey, Delphine; Prügl, Elisabeth
Th. UNIGE 2016, SdS 29 | Web*: 82298

DEBONS, JÉRÔME

Devenir médecin homéopathe: la construction d'une professionnalité atypique: une analyse sociologique à partir du cas suisse

Dir. Burton-Jeangros, Claudine
Th. UNIGE 2015, SdS 22 | Web*: 80147

GANJOUR, OLGA

Capital social et Etat-providence: une approche quantitative à partir des données de l'International Social Survey Program (ISSP) 2001 et l'European Values Study (EVS) 2008

Dir. Widmer, Eric
Th. UNIGE 2016, SdS. 31 | Web*: 83362

LEPPANEN, VIRNA

Transformer les bénéficiaires des politiques sociales en clients actifs: la capacité d'expression et les discours des jeunes chômeurs dans une mesure d'intégration suisse

Dir. Bonvin, Jean-Michel; Oris, Michel
Th. UNIGE 2015, SdS 24 | Web*: 78843

RANESTAD, KRISTIN

The mining sectors in Chile and Norway from approximately 1870 to 1940: the development of a knowledge gap. A comparative empirical analysis of knowledge institutions and organisations

Dir. Bruland, Kristine
Th. UNIGE 2015, SdS 15 | Web*: 80779

YOSHIZAWA, HIKARU

The international dimension of EU competition policy: does regional supranational regulation hinder protectionism?

Dir. Schwok, René; Goetschy, Janine
Th. UNIGE 2016, SdS 32 | Web*: 82403

THÉOLOGIE

BAUER, CAROLINE

Travail et responsabilité selon Jean Calvin, une interprétation par le devoir de lieutenance

Dir. Dermange, François; Ege, Ragip
Th. UNIGE 2015, Théol. 609 | Web*: 77929Science

TRADUCTION ET INTERPRÉTATION

BAUR, CLAUDIA

The Potential of Interactive Speech-Enabled CALL in the Swiss Education System: A Large-Scale Experiment on the Basis of English CALL-SLT

Dir. Bouillon, Pierrette
Th. UNIGE 2015, FTI 26 | Web*: 81878



*Retrouvez
votre
Université
sur les
réseaux sociaux*



socialmedia.unige.ch



UNIVERSITÉ
DE GENÈVE

