

avec la protéine Rap1A et que la région qui manque lorsque le gène *KRIT1* est muté est précisément la région d'interaction avec la protéine Rap1A. Lorsque ces deux protéines n'interagissent pas, les vaisseaux sanguins du cerveau sont anormaux. Cette protéine serait un élément important de l'angiogenèse.

Selon É. Tournier-Lasserre, les malades atteints de la forme familiale auraient hérité de leur père ou de leur mère une copie, ou allèle, du gène *KRIT1*

mutée (l'autre allèle étant normal) ; des lésions apparaîtraient lorsqu'à un moment donné de leur vie, quelques unes de leurs cellules vasculaires acquerraient une mutation sur le deuxième allèle *KRIT1*. Au contraire, dans les formes sporadiques, quelques cellules vasculaires devraient acquérir deux mutations *de novo*, pour qu'un angiome caverneux se forme. Cela expliquerait qu'une personne née avec un allèle *KRIT1* muté ait plus de risques

d'avoir des angiomes caverneux multiples qu'une personne née avec les deux allèles *KRIT1* normaux.

Avec cette protéine, on dispose d'une nouvelle molécule contrôlant l'angiogenèse. Pour concevoir un éventuel traitement, il faudra découvrir comment elle agit dans un mécanisme à plusieurs partenaires. Toutefois, cette maladie étant due à l'inactivation d'un seul gène (*KRIT1*), on peut imaginer la traiter, un jour, par thérapie génique.

Manque de forêts

L'homme conjugue son influence à celle de la nature pour transformer les paysages. Pour évaluer ce rôle, l'Organisation non gouvernementale *Population action internationale* évalue les ressources forestières disponibles par personne dans 157 pays.

Aujourd'hui, 1,7 milliard d'êtres humains vivent dans l'un des 40 pays où la couverture forestière est très faible (moins de 0,1 hectare par habitant). Parmi les pays dont la diminution des forêts est spectaculaire, la Guinée, qui est passée de 117 hectares par habitant en 1980 à 54 en 1995, et, selon les prévisions, tomberait à 26 en 2025. Au Gabon, ces chiffres sont respectivement de 28, 16 et 8 hectares. Autre exemple, la Bolivie, dont les ressources forestières par personne ont également chuté : 10,38 hectares, 6,52 et 2,59. Si le déboisement se poursuit au rythme actuel, en 2025, 4,6 milliards d'habitants risquent de vivre dans des pays en pénurie de forêts. L'Asie et l'Afrique sont deux continents qui risquent de manquer de ressources forestières d'ici à 2025. Dans 20 pays, qui comptent au total 250 millions habitants, la situation est critique, avec une pénurie à la fois de forêts et d'eau. Cette convergence de circonstances menace les écosystèmes et compromet le développement des pays pauvres.

Là où la croissance démographique est la plus forte, les phénomènes de déforestation sont les plus importants. Si aujourd'hui, le nombre d'hectares de forêt par habitant est à peu près identique en Inde et en Belgique, on estime qu'en 2025, la couverture par personne de l'Inde aura baissé de 30 pour

cent du fait que sa population aura augmenté de 300 millions d'habitants ; en Belgique, cette proportion restera inchangée puisque sa population est stabilisée.

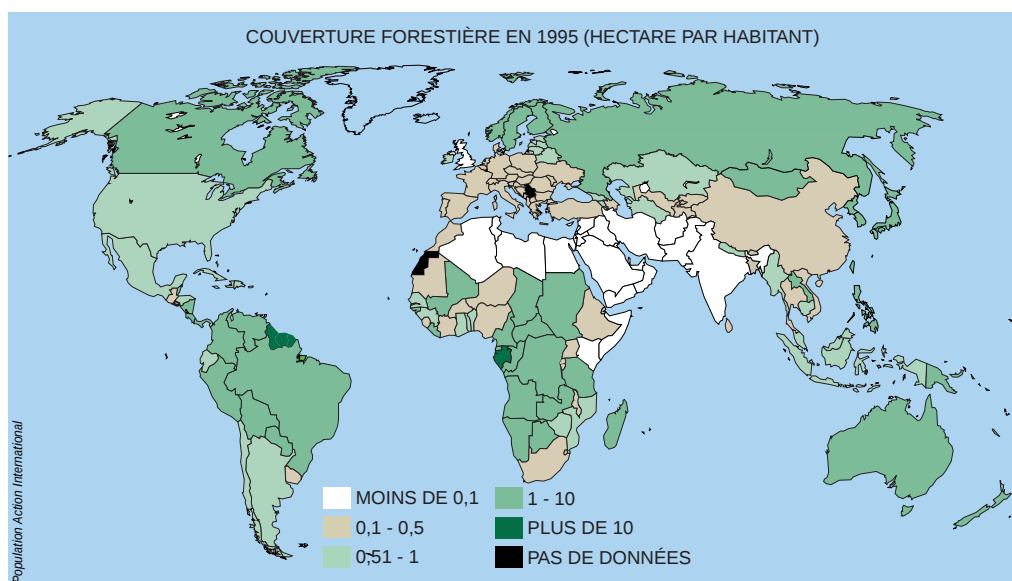
Même dans les pays où la superficie des forêts a augmenté, les ressources forestières par personne diminuent. En Chine, par exemple, la surface forestière a augmenté entre 1980 et 1995, tandis que, rapportée au nombre d'habitants, elle diminuait : les efforts de reforestation n'ont pas réussi à suivre la croissance démographique.

La surface des forêts augmente dans les pays industrialisés alors qu'elle diminue dans les pays en développement. Pourtant, en Europe, jusqu'à la fin du XIX^e siècle, les forêts qui couvraient la majorité du territoire ont été massivement détruites, en grande partie pour créer des surfaces arables. Ce n'est que récemment que les forêts européennes ont retrouvé une phase de croissance.

Dans les pays en développement, la déforestation répond parfois à une nécessité de survie, parfois au développement économique : près de trois milliards d'individus utilisent du bois comme source d'énergie principale. Quand les réserves forestières ne sont pas reconstituées à mesure de leur destruction, les populations vont couper du bois dans des zones toujours plus éloignées.

Dans ces pays, la disparition des forêts menace la biodiversité et réduit le bois utilisable pour produire du papier. On estime que huit personnes sur dix n'ont pas le papier nécessaire à leur alphabétisation, à leur éducation, ou celui qu'il

faudrait pour communiquer. De nouvelles diminutions des stocks de papier, dues à un manque de bois, anéantiraient les efforts que déploient les pays pauvres pour l'éducation de leur population. Or, leur développement économique en dépend. Dans le monde, la natalité est passée de cinq enfants par femme, il y a 30 ans, à trois aujourd'hui. Cette diminution démographique est de bon augure et sans doute, un espoir pour la préservation de la forêt.



Les fortifications de Nancy

Les remparts qui entouraient la ville avaient été oubliés. Ils ressurgissent au gré des chantiers de construction.

En 1990, des travaux sont entrepris en vue de l'extension du musée des beaux-arts de Nancy ; on découvre alors les vestiges particulièrement bien conservés d'une enceinte urbaine, oubliée depuis longtemps. Si la ville n'avait pas suscité un grand intérêt de la part des archéologues, car elle est de création récente, ces fouilles ont révélé les restes exceptionnels d'un bastion et d'une ceinture de pierre, démantelés au XVIII^e siècle.

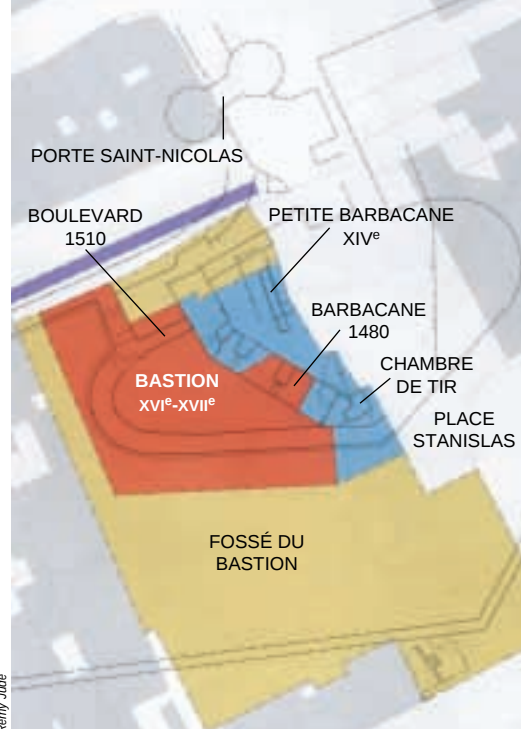
Les fouilles, commencées en 1990, ont été menées au cours de quatre campagnes. La mise au jour du bastion d'Haussonville, du nom du gouverneur de Nancy de 1560 à 1563, et le dégagement de son remparement ont révélé des ouvrages inconnus de l'historiographie nancéenne : une barbacane, c'est-à-dire un ouvrage de fortification avancé qui assure la défense d'une porte, datant des années 1480, et un boulevard d'artillerie, c'est-à-dire un ouvrage de fortification placé en avant d'une enceinte plus ancienne, construit en 1510. Les fouilles ont livré deux siècles d'architecture militaire, à quelques dizaines de mètres de la place Stanislas. L'étude de ces ouvrages et le dépouillement des archives ont renouvelé les connaissances sur la ville et sur ses fortifications. Les archéologues ont également découvert des objets qui, hormis quelques boulets de

pierre, ne sont pas liés à l'utilisation de la forteresse. Ce sont des objets de la vie quotidienne, jetés dans le fossé ou mêlés aux remblais : poterie culinaire, carreaux de poêles décorés, sifflets d'enfant, verrerie, objets métalliques tels épingles de vêtement, chaudron, cotte de maille, objets de cuir et morceaux de tissus. La plupart datent de la première moitié du XVI^e siècle.

Ces découvertes ont permis de retracer l'histoire de la ville. Au XII^e-XIII^e siècle, la porte Saint-Nicolas est élevée pour contrôler l'accès Sud de la cité. À la fin du XIV^e siècle, une barbacane est construite en avant de la porte et en renforce la défense. Vers 1480, le Duc de Lorraine René II (1473-1508) conforte le système défensif de la ville. La barbacane Saint-Nicolas est construite autour de celle du XIV^e siècle. Les fouilles ont révélé un ouvrage conservé sur 3,5 mètres de hauteur, qui atteignait sans doute 7 mètres à l'origine. Ses murs ont 6 mètres d'épaisseur et résistaient aux armes les plus puissantes de l'époque. Des chambres de guet et de tir y avaient été aménagées. Vers 1500-1510, la barbacane Saint-Nicolas est remaniée pour s'adapter aux progrès de l'artillerie.

Les boulevards d'artillerie qui doivent amortir l'impact des projectiles se caractérisent par un remplissage de terre ou par une maçonnerie épaisse. Ils ont été construits lorsque la poudre a commencé à être utilisée dans l'armement, au XIV^e siècle. Puis, les Nancéens ont adapté leur hauteur et leur forme à l'évolution de l'artillerie. Un fossé aménagé devant l'ouvrage complète le système défensif. Un enclos de bois y a été découvert : c'était peut-être une citerne ou un vivier qui, dès le milieu du XVI^e siècle, fut utilisé comme dépotoir.

Vers 1560, l'ensemble barbacane-boulevards a été englobé par la construction



Au cours des quatre campagnes de fouilles faites à Nancy depuis 1990 (la première en rouge, la deuxième en bleu, la troisième en violet et la quatrième en jaune), les vestiges du système défensif de la porte Saint-Nicolas ont été mis au jour.

du bastion d'Haussonville. Vers 1515, le bastion remplace la tour dans la défense des places fortes en Europe. Saillant sur l'enceinte, il a une base polygonale. Il est introduit dans le duché de Lorraine vers 1540 par les ingénieurs fortificateurs italiens. La ville s'étend au Sud-Est et on doit la défendre. Sur les conseils de l'Italien Antoine de Bergame, la duchesse de Lorraine Chrétienne de Danemark opte pour les bastions. L'ingénieur fait élever le bastion d'Haussonville et celui de Vaudémont. Seule la partie Ouest du bastion d'Haussonville a été mise au jour. Le soubassement est constitué de blocs de pierres surmontés de briques. Sur toute la hauteur du parement en briques, des chaînages verticaux renforcent l'ensemble.

En 1661, l'ensemble du front bastionné est démantelé sur ordre du roi de France, qui voyait dans cette construction prestigieuse une menace pour son pouvoir. Dix ans plus tard, lors des guerres de Hollande, le front est reconstruit, par Vauban, sur les parties du soubassement encore en place. Après reconstruction, le bastion d'Haussonville s'élève à 17 mètres de hauteur, alors qu'il n'en faisait que 14 avant sa démolition, en 1661 ; les vestiges mis au jour mesurent cinq mètres environ. L'ensemble sera ensuite progressivement démantelé lorsque la ville s'agrandira. Le front bastionné qui entourait Nancy est aujourd'hui au cœur de la cité qui, en le mettant au jour, a rouvert le livre de son histoire.

René ELTER – AFAN, Nancy



Vue du chantier archéologique du musée des Beaux-arts de Nancy, à proximité de la place Stanislas.

Sismique et tectonique

MAURICE MATTAUER

Grâce à la tomographie sismique, les géologues retracent l'enfoncement des plaques dans le manteau et réanalysent la formation des montagnes. La dynamique de l'écorce terrestre est expliquée par celle du manteau.



Née il y a 30 ans, la tectonique des plaques a restructuré notre connaissance de la dynamique du Globe. Selon cette vision, les plaques se déplacent les unes par rapport aux autres à des vitesses de quelques centimètres par an. De leur écartement naissent les océans, de leur collision, les montagnes.

Au voisinage des rides océaniques, zones de divergence des plaques, la vitesse d'écartement peut atteindre 15 centimètres par an, c'est-à-dire 1 500 kilomètres en seulement dix millions d'années. Lorsque les plaques se rapprochent et s'affrontent, l'une finit par passer sous l'autre. Le phénomène est appelé subduction, et la compression des plaques plisse la croûte terrestre pour former les chaînes de montagnes à proximité de la zone de subduction.

Les zones de subduction les plus nombreuses correspondent à l'enfon-

cement d'une plaque océanique sous une autre ; la vitesse de cet enfouissement atteint dix centimètres par an. Plus rarement, la zone de subduction est le siège de l'enfoncement d'une plaque continentale. La vitesse est alors inférieure à cinq centimètres par an.

La surface des océans augmente actuellement, le long des rides océaniques, d'environ trois kilomètres carrés par an. Comme la surface de la Terre est constante, cette augmentation est nécessairement compensée par l'enfoncement, dans les zones de subduction du manteau, d'une surface de plaques comparable. Une question se pose naturellement : jusqu'à quelle profondeur les plaques plongent-elles dans le manteau ? Nous verrons que les interprétations récentes des variations de vitesse des ondes sismiques ont bouleversé les hypothèses antérieures. Les géologues savent visualiser l'enfoncement des plaques qui plongent plus profondément qu'ils ne le croyaient.

Le lent ballet des plaques à la surface de la Terre est géométriquement simple : les déplacements horizontaux des plaques imposent les enfoncements de plaques froides dans

le manteau, ce qui est compensé par la montée de matériel chaud arrivant dans l'axe des rides océaniques. Pour expliquer ces déplacements, on invoqua, dès le début, des courants de convection. La chaleur issue de l'intérieur de la Terre remontait en surface comme dans un liquide, par des courants de convection en boucle. Des difficultés apparurent dès que l'on chercha à déterminer la taille des cellules de convection.

En cartographiant les emplacements des épicentres des tremblements de terre qui soulignent toutes les zones de subduction, les géologues pensèrent que les plaques s'enfonçaient dans les entrailles de la Terre de quelques centaines de kilomètres seulement, la valeur limite de 600 à 700 kilomètres n'étant atteinte qu'exceptionnellement. On interpréta ces valeurs assez faibles (par rapport aux déplacements horizontaux des plaques) en supposant que les plaques lithosphériques plongeantes perdaient peu à peu leur rigidité en raison de l'augmentation de la température et de la pression avec la profondeur : trop molles,

1. MASSIF DE L'HIMALAYA AU NORD DE L'INDE. Ces montagnes résultent de la collision de la péninsule indienne avec le continent asiatique. La subduction de la plaque indienne qui s'enfonce dans le manteau a été reconstituée par tomographie.