

Circulation des billets et conjoncture

L'arrivée de l'euro modifie la mise en circulation des billets.

Chaque année, la Banque de France met en circulation 700 millions de nouveaux billets. Comment estime-t-elle la somme à mettre en circulation et la répartition des différentes dénominations ? En se fondant sur le comportement passé des consommateurs et sur des événements conjoncturels, comme l'arrivée de l'euro.

Les modalités de remplacement des billets diffèrent selon le type de remplacement. Dans les années 1980, la France a une seule gamme de billets. Le remplacement est alors régulier : on remplace les billets abîmés et on en ajoute éventuellement. À partir de 1990, la gamme de billets change : une nouvelle gamme, plus sûre vis-à-vis de la contrefaçon, est introduite. On procède alors comme précédemment, mais on remplace progressivement l'ancienne gamme.

Chaque année, les flux de billets sont supérieurs à la quantité de billets en circulation : à un instant donné, un peu plus d'un milliard de billets circulent (1,311 milliard, fin 1998), mais 4,5 milliards de billets rentrent à la Banque de France et autant en sortent. Pourquoi ne pas changer l'intégralité des billets ? Car le coût du tri reste inférieur d'un tiers au coût de fabrication d'un nouveau billet (un franc par billet).

Chaque fois que des billets rentrent, ils sont triés par des machines. Une partie des billets, sales ou détériorés, sont automatiquement rejetés et broyés ou incinérés. La durée de vie des billets est la durée moyenne entre le moment où un billet neuf est mis en circulation par la Banque de France et le moment où, trop abîmé, il est détruit. Cette durée diffère grandement selon la dénomination du billet. Si elle est courte pour le billet de 20 francs (9 mois) et le billet de 50 francs (14 mois), elle atteint six ans pour les coupures de 500 francs.

Chaque année, la Banque détruit ainsi près de 700 millions de billets, d'où une mise en circulation de billets neufs à peu près équivalente. Pour décider la quantité des différentes dénominations à imprimer et à mettre sur le marché, les économistes se fondent sur

un modèle qui prend en compte la consommation des ménages, le taux d'inflation et les tendances des années précédentes.

Les modélisateurs sont attentifs à ces tendances, car de faibles variations requièrent parfois des changements drastiques de la production. Aujourd'hui par exemple, la part des coupures de 500 francs dans la circulation fiduciaire augmenterait légèrement, d'où une diminution importante des prévisions de production pour les billets de 100 francs et de 200 francs, car il faut 5 billets de 100 francs et 2,5 de 200 francs pour un billet de 500 francs.

Notons que les tendances varient avec la saison et la géographie : à la fin de l'année, la mise en circulation des billets augmente de cinq pour cent en raison des étrennes, traditionnellement données en billets. De même, la Banque de France met plus de billets en circulation durant les mois d'été dans le Sud de la France, lieu privilégié de villégiature.

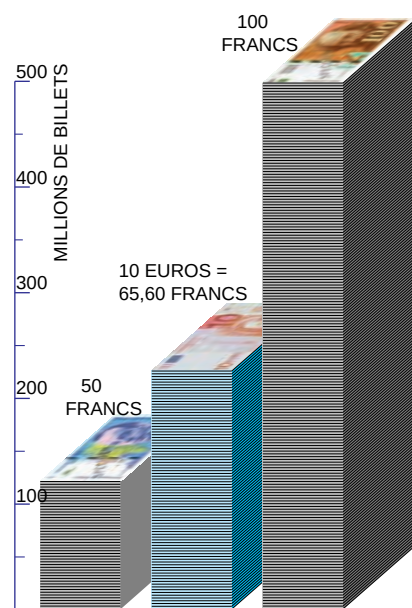
L'approche de l'an 2000 pose également de sérieux problèmes de gestion : les analystes prévoient qu'avec la crainte du bogue informatique, les consomma-

teurs stockent plus de billets pour pouvoir payer les achats, en cas de dysfonctionnement des systèmes de paiement électroniques (cartes bancaires, virements, etc.). Heureusement, la Banque de France a d'importants stocks de billets libellés en francs.

Ces stocks ont une double raison. D'une part, la Banque de France possède de nombreuses succursales, ce qui nécessite de plus grosses réserves que si elle ne disposait que d'un ou deux sites de stockage et de distribution. D'autre part, la capacité d'impression des presses à billets françaises est de l'ordre d'un milliard deux cents millions de billets par an. Or, le changement de monnaie pour l'euro nécessitera un remplacement rapide et massif de l'ensemble des billets : on prévoit qu'un stock de 2,5 milliards de coupures sera indispensable pour le lancement de l'euro en France, prévu pour le 1^{er} janvier 2002. Afin de constituer cette réserve, les presses à billets françaises n'imprimeront plus que des coupures en euros à partir d'octobre 1999. Pour cette raison, les billets en francs qui seront mis en circulation en 2000 et 2001 ont déjà été imprimés. Au grand dam des collectionneurs, il n'y aura pas de billets en francs millésimés 2000 ou 2001!

Les dénominations des billets en euros étant différentes de celles en francs, les économistes ont été confrontés à un problème nouveau. Combien les consommateurs utiliseront-ils de billets de 20 euros par exemple, somme qui correspond à 131,19 francs ? Ils estiment que ce nombre sera la moyenne pondérée du nombre de billets de 100 francs et du nombre de billets de 200 francs utilisés, pondération obtenue par la distance entre ces valeurs et 131 francs. Pour le billet de 500 euros, qui correspond à plus de 3 000 francs, cette méthode n'est pas utilisable. Combien les français utiliseront-ils de billets de ce montant ? La question reste ouverte.

Il semblerait que le nombre des billets de chaque dénomination soit déterminé de façon pragmatique. Que cherche-t-on à minimiser, s'interroge le consommateur : le nombre de billets en circulation, le nombre de coupures que nous avons en portefeuille, le nombre de pièces et de billets pour payer les denrées les plus fréquemment achetées ? Les mathématiciens pensent-ils qu'il existe une solution optimale en fonction de la valeur des objets et de la fréquence de leur achat ?



Quelle quantité de billets de dix euros (65,60 francs) faut-il imprimer, puisque cette dénomination n'a jamais été utilisée en France ? On suppose que ce sera la moyenne du nombre de billets en francs les plus proches (50 et 100 francs) pondérée par la proximité de ces sommes à 65,60 francs. Pour une circulation annuelle de 120 millions de billets de 50 francs et de 500 millions de billets de 100 francs, on estime le nombre de billets de dix euros nécessaires à 220 millions.

L'écho des forêts

Une fleur d'Amérique Centrale attire les chauves-souris en réfléchissant les ondes sonores en direction de l'animal.

Les mammifères et les plantes à fleurs se reproduisent lorsqu'une cellule sexuelle mâle (spermatozoïde ou grain de pollen) fusionne avec un ovule de femelle. Alors que, chez les mammifères, les deux cellules se rencontrent quand deux individus, mobiles, de sexe opposés s'accouplent, les fleurs utilisent des vecteurs de pollinisation qui transportent le pollen des étamines de l'une à l'organe femelle, le pistil, de l'autre. Certaines de ces fleurs ont adopté des stratégies pour attirer l'agent de pollinisation. Par exemple, l'orchidée *Ophrys apifera* imite les signaux olfactifs, visuels et tactiles produits par de petites abeilles solitaires femelles, et provoque chez les abeilles mâles des tentatives d'accouplement pendant lesquels ils recueillent du pollen qu'ils véhiculent vers une autre orchidée leurre. Dagmar et Otto von Helversen, de l'Université d'Erlangen en Allemagne, ont montré que les fleurs *Mucuna holtonii* attirent leurs pollinisateurs, des chauves-souris de l'espèce *Glossophaga commissarisi*, avec un pétale adapté qui renvoie les ondes sonores vers l'animal qui les a émises.

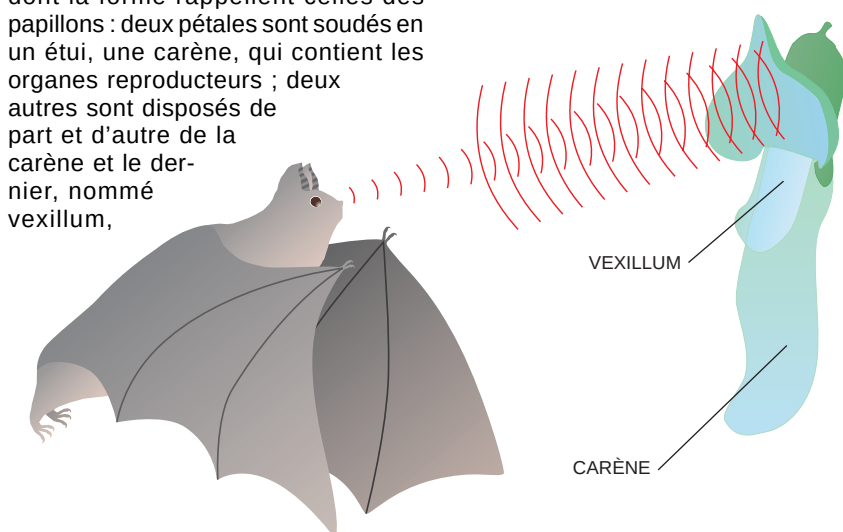
Mucuna holtonii, que l'on rencontre en lisière de forêt ou au bord des ruisseaux, appartient, avec les pois, à la famille des papilionacées, des fleurs dont la forme rappellent celles des papillons : deux pétales sont soudés en un étui, une carène, qui contient les organes reproducteurs ; deux autres sont disposés de part et d'autre de la carène et le dernier, nommé vexillum,

dresse à maturité sa surface concave au-dessus de la fleur. Les chauves-souris s'approchent de la fleur qu'elles pressent pour atteindre le nectar. La carène sous tension éclate alors et les étamines propulsent le pollen sur les poils de l'animal pendant son festin. Le pollen sera ensuite véhiculé vers une autre fleur. Comment les chauves-souris repèrent-elles les fleurs ?

À la manière des sous-marins avec leurs sonars, ces animaux utilisent principalement pour se déplacer les échos des ondes sonores qu'ils émettent. Les zoologistes ont d'abord constaté que les fleurs sans vexillum étaient beaucoup moins visitées que les fleurs intactes témoin. Puis, pour confirmer leur hypothèse de localisation par l'écho, ils ont empli les vexillum de certaines fleurs avec du coton : là encore, les fleurs témoins étaient plus souvent visitées.

D. et O. von Helversen ont ensuite étudié les propriétés de réflexion sonore du vexillum en enregistrant l'écho d'un son artificiel proche de celui émis par *Glossophaga commissarisi*. Malgré sa petite taille, le vexillum concave réfléchit seul la majeure partie des ondes dans la direction d'incidence selon un large cône d'incidence, c'est-à-dire que la fleur mature signale sa présence à chaque cri de la chauve-souris qui, ainsi, la repère facilement et la distingue des feuilles ou des autres parties du végétal.

À l'instar de *Ophrys apifera*, *Mucuna holtonii* est adaptée à son agent pollinisateur. D'autres fleurs de la même espèce dont le pollen est transporté par des animaux qui n'utilisent pas le système d'écholocation n'ont pas de vexillum concave.



La chauve-souris *Glossophaga commissarisi* pousse des cris et capte l'écho que lui renvoie la plante leurre *Mucuna holtonii*. En échange d'un peu de nectar, l'animal transporte du pollen de fleur en fleur et participe à la reproduction de l'espèce végétale.

BRÈVES

La piste du faux suaire

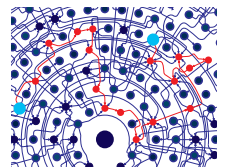
D'où vient le «Saint Suaire», pièce de lin exposée à Turin, et réputée avoir enveloppé la dépouille du Christ, mais fabriquée entre 1260 et 1390 selon les analyses au carbone 14 pratiquées il y a quelques années ? Selon deux botanistes israéliens, il aurait été tissé au Proche-Orient : des pollens trouvés dans le tissu appartiennent à des plantes qui ne poussent que dans cette région. Un croisement a-t-il été abusé par d'habiles palestiniens ?

Horloge géologique

Seules les roches cristallines et volcaniques étaient datées par des mesures de radioactivité : les roches sédimentaires ne l'étaient que par l'analyse des fossiles qu'elles contiennent. Or, les fossiles sont souvent absents. Des géologues australiens ont daté deux grès (roche sédimentaire) en projetant un faisceau d'ions oxygène suffisamment fin pour vaporiser les atomes d'uranium et de plomb contenus dans des microcristaux piégés dans les sédiments lorsqu'ils se sont consolidés. Les atomes ainsi extraits sont analysés et la proportion d'atomes d'uranium 238 par rapport à ceux de plomb 206 indique l'âge du sédiment.

La topologie de l'Internet

Sur Terre, les gens sont reliés par six degrés de séparation : pour relier deux individus pris au hasard, six liens (ami, parenté, connaissance) suffisent. Et sur le Web ? Des informaticiens américains ont montré que de n'importe quelle page vous êtes en moyenne à 18 clics de souris de n'importe quelle autre. Si le nombre de pages, aujourd'hui estimé à 300 millions, est multiplié par 10, le nombre de liens moyen entre deux pages passera de 18 à 20.



Et rose, elle a vécu, plus longtemps

Depuis plusieurs décennies, les sociétés de biotechnologie savent retarder le mûrissement des fruits et des légumes. Elles prolongent aujourd'hui la durée de vie des fleurs. La Société Agritope a identifié et breveté un gène nommé SAMase, qui code une enzyme, laquelle dégrade un des principaux précurseurs de l'éthylène, la S-adenosylméthionine : ce gène règle la production par les végétaux de l'éthylène, une hormone végétale, qui favorise le mûrissement des fruits et le vieillissement des végétaux.

Premier parmi ses semblables

Nayan Hajratwala a découvert le premier nombre premier comportant plus d'un million de chiffres. Ce nombre de Mersenne, $2^{6972593}-1$, a 2 098 960 chiffres : son inventeur recevra le prix de 50 000 dollars offert par l'*Electronic Frontier Foundation*, créée par un donateur anonyme. Nayan Hajratwala a utilisé un 350 MHz Pentium II IBM Aptiva pendant 111 jours en temps partagé. Si l'ordinateur avait été utilisé à plein temps, l'ordinateur aurait été immobilisé trois semaines. Un prix de 100 000 dollars attend le premier nombre premier de 10 millions de chiffres.

Prothèse pédestre

Une prothèse d'orteil, achetée en 1881 par le *British Museum* de Londres est de nouveau exposée depuis quelques semaines dans une nouvelle galerie consacrée aux restes humains de l'Égypte ancienne. L'objet, daté de plus de 2 500 ans, proviendrait de Thèbes. Il a été fabriqué dans le même matériau que les sarcophages des momies, un mélange de toile, de colle et de plâtre, teinté couleur chair, et portait un ongle d'un autre matériau. Un lien, attaché au pied ou à la sandale, le maintenait en place, tout en conservant l'articulation.

Le gène n'est pas tout

Des biologistes de l'Université de Portland, de l'Université d'Edmonton et de l'Université Albany ont soumis des souris clonées, c'est-à-dire génétiquement identiques à des tests de comportement : elles réagissent différemment selon le laboratoire, même si les conditions expérimentales sont semblables : les différences semblent dues aux conditions de vie, telles que l'alimentation, la façon dont les animaux sont traités, le caractère du technicien qui s'occupe d'elles... Pour des comportements dépendant fortement de facteurs génétiques, comme l'attrait pour l'alcool, les résultats sont similaires ; en revanche, pour des comportements mis en évidence par des tests de locomotion, les différences sont considérables : une pierre dans le jardin des tenants absolus de l'inné.

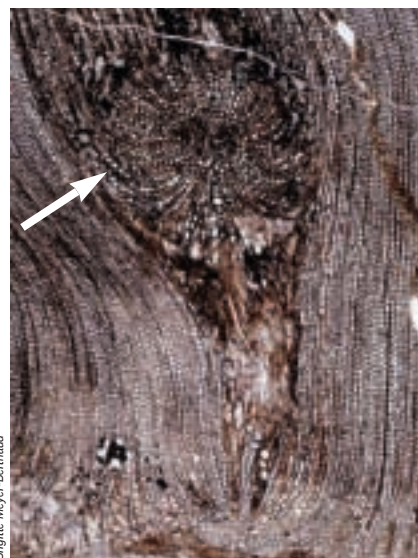


Vieux mais branché

Les innovations végétatives d'un arbre primitif.

À quoi la Terre ressemblerait-elle sans arbres ni forêts ? Les arbres sont apparus il y a 375 millions d'années et le registre fossile indique que les plus anciennes forêts, composées surtout du genre *Archaeopteris*, objet de notre étude, ont atteint leur expansion maximale 15 millions d'années plus tard. Ces forêts ont profondément modifié les milieux terrestres. Elles ont conduit à l'élaboration de nouvelles niches écologiques propices à l'évolution des espèces, elles ont produit une biomasse végétale suffisante pour alimenter les premiers grands incendies et elles ont contribué au développement des sols. Réservoir important de matière organique, elles ont aussi piégé de grandes quantités de dioxyde de carbone atmosphérique, contribuant ainsi au refroidissement global du climat.

Archaeopteris, principal acteur de ces transformations, présente une autre particularité : c'est, parmi les plantes à spores, le plus proche parent connu des plantes à graines, apparues il y a 365 millions d'années et qui dominent aujourd'hui la végétation. Les recherches menées depuis dix ans sur la structure, les propriétés mécaniques et le développement de cet arbre montrent qu'il ne lui man-



Le tronc d'*Archaeopteris* (en coupe) portait, comme les autres arbres contemporains, des branches caduques issues de la division du sommet du tronc (la flèche indique le départ de la vascularisation d'une telle branche). Il avait aussi des branches persistantes, et pouvait se reproduire par bouturage, ce qui a contribué à sa domination sur les premières forêts.

quait que des graines pour être un arbre moderne.

Comme pour la majorité des arbres actuels, le bois d'*Archaeopteris* assurait une double fonction de conduction de la sève et de soutien mécanique du tronc et des branches. La photosynthèse, qui permettait à l'arbre de croître, était assurée par des branches horizontales et caduques pourvues, à leurs extrémités, de structures foliacées. On a longtemps pris pour des feuilles de fougères ces branches fossiles, détachées de leurs troncs et de longueur inférieures à 1,5 mètre. Comme les autres arbres de la même époque, *Archaeopteris* émettait ces branches grâce à la division, généralement inégale, du sommet du tronc. C'était un processus risqué : si le sommet de l'arbre était endommagé, la ramification s'arrêtait et l'arbre, privé de ses organes photosynthétiques, finissait par mourir.

En 1993, Mary-Louise Trivett, de l'Université de l'Ohio, découvre qu'*Archaeopteris* produisait des branches ailleurs qu'à son sommet, ce qui favorisait sa survie. Grâce aux gisements fossilifères reconnus récemment dans le Sud-Est marocain par Jobst Wendt, de l'Université de Tübingen, nous avons, avec Stephen Scheckler, de l'Université de Virginie, confirmé que, outre ses courtes branches à fonction photosynthétique, le tronc d'*Archaeopteris* produisait aussi de grosses branches persistantes. Grâce à ces branches, qui constituaient un élément fondamental de son squelette, l'arbre avait une forme plus complexe et occupait plus d'espace que ce que l'on avait imaginé.

Ces branches étaient soutenues par des bourrelets de bois au niveau de la zone d'attache, comme les branches des arbres modernes. L'analyse de leur vascularisation a montré que leur position sur le tronc était liée à celle des branches photosynthétiques et que leur production n'était pas directement issue d'une division du sommet, mais plutôt d'une ramification semblable à la ramification axillaire des plantes à graines, où les branches sont produites par des îlots de cellules situées à l'aisselle des feuilles (dans l'angle formé par le pétiole de la feuille et la branche à laquelle il est attaché).

Les branches et le tronc d'*Archaeopteris* produisaient aussi des structures susceptibles de se développer en racines. Ce potentiel permet à de nombreuses plantes actuelles de se propager végétativement, par bouturage par exemple. Cet ensemble d'innovations relatives à l'appareil végétatif expliquerait le succès d'*Archaeopteris* et son importance dans l'évolution de la végétation.

Brigitte MEYER-BERTHAUD
Université de Montpellier