

Le destin de la coca illustre donc bien les problèmes complexes que posent les circulations de personnes, de matériaux et de savoirs. Le rôle que la feuille joue dans l'approvisionnement des mines est à la fois nécessaire à la mobilisation des travailleurs vers les centres de production et au déplacement des capitaux vers l'Europe. Mais la plante, elle, ne circule que dans le domaine andin. Si certains Espagnols se sont approprié les pratiques qui lui sont liées, ces dernières ne transforment pas la médecine européenne avant le XIX^e siècle – époque durant laquelle l'usage de la cocaïne a entraîné de profondes mutations.

UNE PLANTE MÉDICINALE CÉLÈBRE, MAIS INTROUVABLE SUR LE VIEUX CONTINENT

De nombreux savants d'Europe, néanmoins, ont connu la coca dès le XVI^e siècle. Le débat qui opposa les défenseurs de la coca aux prohibitionnistes fut parmi les plus importantes controverses liées au gouvernement de l'Amérique et a mobilisé l'attention des juristes, des courtisans et du roi Philippe II. Alors qu'elle n'a pas traversé l'Atlantique, la coca est peut-être la plante américaine sur laquelle la documentation est la plus riche pour le XVI^e siècle. Elle est,

d'une certaine manière, connue sans être connue. À Séville, le médecin Nicolás Monardes en parle dans son *Histoire médicale des Indes occidentales*, et certains apothicaires semblent être parvenus à en récupérer des échantillons. Au milieu du XVIII^e siècle, l'une des grandes quêtes que poursuit Joseph de Jussieu lors de son voyage en Amérique est l'étude de la coca.

Si l'histoire de cette plante singulière rappelle que les personnes, les savoirs et les choses ne circulent pas de la même manière, elle invite aussi à comprendre politiquement les circulations, en mettant en avant le rôle des ruptures, des blocages, des barrières. Et, par là, à comprendre différemment ce que l'on nomme la mondialisation. Qu'on l'envisage sous son versant économique ou qu'on l'observe depuis une perspective plus large, celle-ci n'est pas que l'intensification des échanges. Elle repose, aussi, sur la mise en place volontaire de barrières. Ainsi que le suggère l'histoire de la coca, toute la question est de savoir comment s'articulent ces logiques; comment des circulations locales et des circulations transocéaniques se configurent; et comment, enfin, ces mises en mouvement peuvent, comme avec la coca dans les alentours de Quito, contribuer à la destruction d'un monde. ■

BIBLIOGRAPHIE

S. Boumediene, **La colonisation du savoir. Une histoire des plantes médicinales du « Nouveau Monde » (1492-1750)**, Les Éditions des mondes à faire, 2016.

R. Coronel-Feijóo, **El Valle sangriento 1580-1700 : de los señorios de la coca y el algodón a la hacienda cañera jesuita**, UASB, 2016.

J. V. Murra, **Formations économiques et politiques dans le monde andin**, Éditions de la MSH, 2013.

C. Salazar-Soler, **Anthropologie des mineurs des Andes. Dans les entrailles de la terre**, L'Harmattan, 2002.

M. Rostworowski De Diez Canseco, **Conflicts over Coca Fields in XVIth-Century Perú**, University of Michigan, 1988.



LES
{ Partagez les savoirs }
RENDEZ-VOUS DU MUSÉUM

Entrée gratuite

Au Jardin des Plantes

Détails sur mnhn.fr, rubrique : "les rendez-vous du Muséum"

POUR LA SCIENCE

BAR DES SCIENCES

Dimanche 15 octobre - 17h30
En quête des origines de la vie
Avec J. Duprat, astrophysicien, CNRS – M.-Ch. Maurel, spécialiste de l'évolution moléculaire et des origines de la vie, Muséum – F. Raulin-Cerceau, astrophysicienne et exo/astrobiologiste, Centre Koyré – F. Robert, cosmochimiste, Muséum

Café-restaurant La Baleine
accès 47 rue Cuvier, Paris 5^e

FILMS DÈS 10 ANS

Samedi 14 octobre - 15h
Les gardiens du Mont de la Lune
par S. Gadmer Tiên - France - 2016 - 87 min.

Dimanche 15 octobre - 15h
The great white silence
par H. Ponting - 2011 - 108 min.

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution,
36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e

CONFÉRENCES-DÉBATS

Cycle L'archéozoologie, ou l'histoire des relations naturelles et culturelles entre l'homme et l'animal
Avec Ch. Lefèvre, professeur du Muséum

Jeudi 12 octobre - 18h : De l'anatomie comparée à l'anthropozoologie : évolution d'une discipline

Jeudi 26 octobre - 18h : Discours des os : méthodes et outils pour le décrypter

Cycle France-Colombie : une histoire humaine et naturelle en partage

Lundi 16 octobre - 18h : Émeraude colombienne d'hier et d'aujourd'hui - Avec G. Giuliani, directeur de recherche à l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), GET à Toulouse et CRPG à Vandœuvre-lès-Nancy

Lundi 23 octobre - 18h : Planchon et Triana : une collaboration scientifique à l'origine de la première Flore de Colombie - Avec M. Jeanson, responsable de l'Herbier National, Muséum

Lundi 30 octobre - 18h
La forêt vierge d'Amazonie n'existe pas ! 10 000 ans de présence humaine
Avec S. Rostain, archéologue et directeur de recherche au CNRS, Paris

Auditorium de la Grande Galerie de l'Évolution,
36 rue Geoffroy St-Hilaire, Paris 5^e



R

ENDEZ-VOUS

P.80 Logique & calcul
P.86 Art & science
P.88 Idées de physique
P.92 Chroniques de l'évolution
P.96 Science & gastronomie
P.98 À picorer

121,404 ET AUTRES NOMBRES PALINDROMES

Visuellement faciles à identifier, ces nombres offrent des problèmes de tous niveaux et quelques défis informatiques. Les mathématiciens ont aussi trouvé de beaux résultats: ainsi, tout nombre entier peut s'écrire comme la somme de trois nombres palindromes.

L'AUTEUR



JEAN-PAUL DELAHAYE
professeur émérite
à l'université de Lille
et chercheur au Centre
de recherche en
informatique, signal
et automatique de Lille
(Cristal)

Jean-Paul Delahaye
a récemment publié:
**Les mathématiciens
se plient au jeu**,
une sélection de ses
chroniques parues
dans *Pour la Science*
(Belin, 2017).

Les mots «gag», «non», «elle», «rotor», «ressasser» se lisent de droite à gauche aussi bien que de gauche à droite. On dit que ce sont des palindromes. D'ailleurs, «ressasser» et «rotavator» sont les plus longs mots palindromes en français.

Si on néglige les espaces, les accents, les majuscules et la ponctuation, on sait composer des phrases et même de longs textes palindromiques tels que:

Élu par cette crapule (Marcel Duchamp); *Noël a trop par rapport à Léon* (Sylvain Viart); *Rue Verlaine gela le génial rêveur* (Jacques Perry-Salkow); *Ésope reste ici et se repose* (Maître Capelo); *Éric notre valet alla te laver ton ciré* (Maître Capelo).

Georges Perec a composé un texte palindromique de 1247 mots. Plus récemment, Frédéric Schmitter et Jacques Perry-Salkow ont écrit un récit palindromique, *Sorel Eros*, qui comporte 10 001 lettres. Romain Seignovet a trouvé des palindromes pour toutes les langues européennes (voir l'illustration 1 page ci-contre).

Jolis exploits, mais qui ne concernent guère le mathématicien. Ce dernier préfère envisager les nombres palindromes. En trouver est facile, puisque toute suite de chiffres ne commençant pas par 0 est un nombre et qu'on peut donc sans difficulté en écrire qui soient des palindromes: 242, 10001 ou 12321. Leur liste, bien sûr infinie, se programme aisément. C'est la suite A002113 de l'encyclopédie des suites numériques de Neil Sloane

(<https://oeis.org/A002113>). En voici le début: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 88, 99, 101, 111, 121, 131, 141, 151, 161, 171, 181, 191, 202, 212, 222, 232, 242, 252, 262, 272, 282, 292, 303, 313, 323, 333, 343, 353, 363, ...

Nous allons voir cependant que les jeux et problèmes que les mathématiciens envisagent à propos des nombres palindromes sont aussi variés et difficiles que ceux usuels de la discipline... et que certains restent irrésolus.

COMBIEN SONT-ILS? COMMENT SE RARÉFIENT-ILS?

Commençons par envisager des questions faciles. Combien existe-t-il de nombres palindromes en base 10 composés de n chiffres?

Si n est pair, pour avoir un nombre palindrome à n chiffres décimaux, il suffit de choisir comme on le veut ses $n/2$ premiers chiffres en imposant que le premier ne soit pas 0, et de les répéter en ordre inverse. Pour $n = 6$, on choisit par exemple 247, qui donne 247742. On en déduit que le nombre de palindromes à n chiffres, n pair, est exactement $9 \times 10^{n/2-1}$.

Pour $n = 1$, il y a 10 nombres palindromes: 0, 1, ..., 9. Si n est impair supérieur à 1, en raisonnant comme dans le cas pair, on trouve que le nombre de palindromes à n chiffres est $9 \times 10^{(n-1)/2}$. On en tire que le nombre de nombres palindromes inférieurs à 10^n pour $n = 1, 2, 3, 4, \dots$ est, respectivement: 10, 19, 109, 199, 1099, 1999, 10999, 19999, ... (ce qui est toujours supérieur à $10^{n/2}$).

Leur densité devient nulle à l'infini et elle est sensiblement inférieure à celle des nombres



L'EUROPE DES PALINDROMES

1

Un jeune Français, Romain Seignovet, fervent défenseur de l'idée d'une Europe unie, maintient un site Internet consacré à l'Europe (<https://europeisnotdead.com>). On y trouve notamment cette carte où chaque pays porte un palindrome dans sa langue.



2

LES NOMBRES NON PALINDROMES

premiers, ce que l'on démontre ou que l'on constate en examinant le nombre de nombres premiers inférieurs à 10^n pour $n=1, 2, 3, 4, \dots$, qui est 4, 25, 168, 1229, 9592, 78498, 664579, 5761455, ... (en ordre de grandeur: $10^n/n$).

La série des inverses des nombres palindromes converge vers la limite 3,37018..., alors que la série des inverses des nombres premiers a une somme infinie, marque d'une densité assez forte.

DIVISIBILITÉ, NOMBRES PREMIERS

Autre propriété élémentaire: si un nombre palindrome est formé d'un nombre pair de chiffres, alors il est divisible par 11, et ce n'est donc pas un nombre premier, sauf pour 11 lui-même. Pour le démontrer, on applique le critère de divisibilité par 11: «Un entier est divisible par 11 si et seulement si la différence entre la somme de ses chiffres de rang pair et la somme de ses chiffres de rang impair est un multiple de 11» (par exemple, 915123 est un multiple de 11 puisque $(9+5+2) - (1+1+3) = 11$). Pour un nombre palindrome N ayant un nombre pair de chiffres, les deux sommes en

Les nombres strictement non palindromes sont, par définition, les entiers n qui ne sont palindromes dans aucune base b avec $2 \leq b \leq n-2$. On impose la limite $n-2$ car, en base $n-1$, le nombre n s'écrit 11 et est donc toujours palindrome. La suite des nombres strictement non palindromes commence par : 0, 1, 2, 3, 4, 6, 11, 19, 47, 53, 79, 103, 137, 139, 149, 163, 167, 179, 223, 263, 269, 283, 293, ... qui est la suite A016038 de l'encyclopédie des suites numériques de Neil Sloane.

Une propriété intéressante des nombres strictement non palindromes est que ce sont tous des nombres premiers, à l'exception de 4 et 6.

En voici la démonstration. On se donne un nombre composé quelconque $n > 6$ et on montre que n est palindrome dans une base bien choisie.

• Si n est pair, n s'écrit 22 dans la base

$b = n/2 - 1$, car $n = 2(n/2 - 1) + 2$.

• Si n est impair, on écrit $n = pm$, où p est le plus petit facteur premier de n . Nécessairement, $p \leq m$.

• Si $p = m = 3$, alors $n = 9$ s'écrit 1001 en base $b = 2$.

• Si $p = m > 3$, alors n s'écrit 121 en base $b = p - 1$, car

$$121_{p-1} = 1 + 2(p-1) + (p-1)^2 = 1 + 2p - 2 + p^2 - 2p + 1 = p^2 = n$$

• Le cas $p = m - 1$ est impossible, car p et m sont impairs.

• Si $p < m - 1$, alors n est le palindrome pp en base $b = m - 1$, car $p(m-1) + p = pm$.

Sans mal, on contrôle à chaque fois que la base proposée vérifie $2 \leq b \leq n-2$ et que les chiffres du palindrome proposé sont des nombres entiers entre 0 et $b-1$.

(voir https://fr.wikipedia.org/wiki/Nombre_strictement_non_palindrome).