

DES CAILLOUX DANS LES CHOSES SÛRES

DIDIER NORDON

**Des cailloux
dans les choses sûres**



Didier Nordon épingle les scientifiques et les politiques qui extraient de la science plus qu'elle ne dit. Nul doute que chacun reconnaîtra dans ces piques... le défaut de son condisciple.

144 pages - 65 F
Code 1897

**POUR LA
SCIENCE**
DIFFUSION BELIN

Bon de commande en p. 98

Lorsqu'il a associé ces régions en groupes qui ressemblent approximativement à des cylindres (qui représentent les parties du corps), il teste les relations géométriques entre ces groupes pour trouver des assemblages pouvant provenir d'un membre. Finalement, il teste les relations entre les éventuels membres pour déterminer les régions pouvant représenter des assemblages plus complexes.

Comme notre modélisation des humains utilise des relations entre les segments du corps, nous pouvons la modifier pour trouver d'autres types de corps. Ainsi, notre second programme trouve des photographies de chevaux en testant les relations entre les blocs de pixels assimilés à un pelage. Nous avons testé le programme qui identifie les personnes sur près de 5 000 images provenant de sources diverses ; il trouve des images de personnes dans 40 pour cent des images qui en contiennent et seulement dans 4 pour cent d'images qui n'en contiennent pas. Le programme qui identifie les chevaux ne reconnaît que 10 pour cent des photographies de chevaux qui lui sont soumises, mais ne trouve que 0,4 pour cent de photographies qui n'en comportent pas. Nous ne savons pas encore appliquer efficacement notre technique à des scènes contenant de nombreux objets différents à reconnaître.

Ces performances limitées représentent pourtant, à notre connaissance, le summum de ce qu'obtient la recherche d'images fondée sur l'identification d'un objet. De surcroît, souvenons-nous qu'il n'existe pas de système de recherche parfait : même

les meilleures recherches automatisées de données soigneusement indexées extraient rarement plus de 50 pour cent des éléments pertinents, sans même compter le nombre élevé d'éléments non pertinents. En outre, quand une personne passe manuellement en revue un assortiment d'images, elle omet généralement un nombre notable d'images idoine, sans parler du coût prohibitif de l'opération.

Les images et les films numérisés deviennent chose courante, qu'ils fassent partie de grandes collections ou qu'ils soient le contenu de médias plus transitoires comme le courrier électronique ou les pages Web sur le réseau Internet. Bien que nous nous soyons concentrés sur le problème de la recherche d'images dans de grandes bases de données, les mêmes techniques s'appliquent pour d'autres tâches mettant des images en jeu, tel le filtrage des informations recueillies sur le réseau Internet.

Nous avons progressé dans l'extraction d'objets en regroupant simplement des régions similaires selon des critères d'arrangements spatiaux et de motifs analogues, mais de nouvelles techniques sont nécessaires à l'obtention d'une quantité d'images extraites compatible avec un archivage utile. L'objectif est d'obtenir l'image d'un léopard fondant sur une proie en tapant juste : «tacheté», «corps de félin», «bondissant». Ce but accessible est intéressant parce que de nombreuses personnes ont besoin de trouver des objets dans un assortiment d'images, et aussi parce qu'en l'atteignant nous comprendrons mieux les mécanismes de la vision.

David FORSYTH, Jitendra MALIK et Robert WILENSKY participent au projet de bibliothèque numérique de l'Université de Berkeley.

R. NEVATIA et T.O. BINFORD, *Description and Recognition of Curved Objects*, in *Artificial Intelligence*, vol. 8, pp. 77-98, 1977.

Hazel ROSSOTTI, *Color : Why the World Isn't Grey*, Princeton University Press, 1983.

I. ROCK et S. PALMER, *L'héritage du gestaltisme*, in *Pour la Science*, février 1991.

M. FLICKNER et al., *Query by Image and Video Content, The QBIC System*, in *Computer*, vol. 28, n° 9, pp. 23-32, septembre 1995.

J. PONCE, A. ZISSERMAN et M. HEBERT, *Object Representation in Computer Vision, tome II*, Springer LNCS, n° 1144, 1996.

A. PENTLAND, R.W. PICARD, et S. SCLAROFF, *Photobook, Content Based Manipulation of Image Databases*, in *International Journal of Computer Vision*, vol. 18, n° 3, pp. 233-254, juin 1996.

K. HIRATA et al., *Object-Based Navigation : An Intuitive Navigation Style for Content-Oriented Integration Environment*, Proceedings of the ACM Hypertext Conference, Southampton, U.K., avril 1997.

Vous trouverez des liens vers différentes bibliothèques d'images sur notre site <http://www.pourlascience.com>

J'ai descendu dans mon jardin...

FRANÇOIS PEREGO

... pour fabriquer de la peinture.

Les peintres antérieurs au XVIII^e siècle avaient bien du mérite : il ne connaissaient qu'une quarantaine de pigments, n'en utilisaient qu'une vingtaine, mais que de couleurs animent leurs tableaux, fresques ou enluminures ! À l'époque, les procédés de fabrication relevaient moins de la chimie raisonnée que de la cuisine, et la plupart des produits utilisés par Rubens et les peintres de son temps sont encore d'origine naturelle. Puis, à partir du XIX^e siècle, la situation s'est inversée ; on se dirige vers le «tout synthétique». Si nous descendions au jardin, pourrions-nous encore confectionner une gamme de couleurs ?

La pulpe des framboises ou les pétales des fleurs nous font rêver à des couleurs rutilantes, mais nous serions déçus si nous extrayions les colorants de ces matières végétales : leurs couleurs sont essentiellement dues à trois classes de molécules, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les anthocyanes, qui résistent mal à la lumière. Les plantes ont donné aux peintres de superbes jaunes et rouges, et un bleu : ce sont les laques de gaude, de nerprun, de quercitron ou de garance, et l'indigo. Cependant, seuls ces deux derniers résistent raisonnablement à la lumière.

Abandonnons le végétal pour le minéral : ce charbon de bois qui reste, au fond du jardin, permet d'obtenir du noir, et ce vieux morceau de plomb trouvé dans la remise peut nous procurer du blanc. À cette fin, il nous faut du vinaigre, que le raisin de notre jardin nous donne : son jus, abandonné à l'air, tournera au vinaigre. Placé au fond d'un récipient enfoui dans du fumier, avec une plaque de plomb qui s'oxyde lentement à l'air humide, il libérera des vapeurs qui transformeront l'oxyde de plomb en acétate basique de plomb, lequel acétate sera ensuite transformé en carbonate basique, par réaction avec le dioxyde de carbone produit par le fumier ; ce carbonate forme le blanc de plomb, largement utilisé en peinture jusqu'au début de notre siècle.

Le même vinaigre ou du marc de raisin nous servira à transformer du cuivre pour préparer du vert-de-gris (un acétate

basique de cuivre, et non le carbonate hydraté de cuivre qui se dépose sur le métal en milieu humide) en présence d'air. Et ce vert-de-gris, chauffé avec de la résine qui exsude du pin, donnera un résinate de cuivre, d'un très beau vert émeraude transparent. Restera à préparer l'azurite, la malachite, le cinabre ou le précieux lapis-lazuli, qui ont permis aux peintres de jadis d'obtenir des couleurs assez vives et assez solides. Mais c'est là une autre histoire.

LES COULEURS QUE L'ON CACHE

Après ce petit tour du propriétaire, quelles ressources nous reste-t-il ? Nous avons vu que la garance contient des colorants assez résistants. Pouvons-nous les préparer simplement ? Ces colorants sont des dérivés de l'antraquinone, molécule composée de trois cycles à six atomes de carbone chacun, accolés par un côté, avec deux atomes d'oxygène liés aux atomes de carbone sur l'axe médian de la molécule (voir la figure 1). Dans les racines, ces dérivés sont sous la forme de glucosides, c'est-à-dire liés à une molécule de sucre. Deux colorants antraquinoniques dérivés de la garance intéressent les peintres : le plus intéressant est le 1,2-dihydroxyantraquinone, ou alizarine, qui fut synthétisée en 1868 par les chimistes Carl Graebe, Carl Liebermann et Heinrich Caro, de la Société *Badische Anilin*, au grand désespoir des cultivateurs du Midi et d'Alsace. La purpurine, ou 1,2,4-trihydroxyantraquinone, moins abondante que l'alizarine, procure aux laques de garance naturelle cette fluorescence rouge feu tout à fait caractéristique.

Pour préparer une laque de garance, nous devons soit avoir la plante dans le jardin (elle pousse facilement), soit l'acquérir dans une pharmacie herboristerie sous le nom de *Rubia tinctorum*, ou *Rubia peregrina*, racine. Après avoir fait sécher et vieillir la racine (le résultat est meilleur, parce que la coupure des glucosides commence pendant le vieillissement), nous la couperons en petits morceaux et suivrons une recette du XIX^e siècle, que nous indi-

quons ici en termes de chimie moderne. Dans un premier temps, nous coupons le dérivé antraquinonique du sucre, en chauffant la racine dans de l'eau légèrement acidifiée par un pour cent d'acide chlorhydrique (que l'on trouve en droguerie) à une température de 40 à 50 °C, durant un ou deux jours (si nous voulions être des puristes de la «peinture du jardin», nous pourrions éviter l'achat d'acide chlorhydrique et provoquer une hydrolyse enzymatique à l'aide de levure de boulanger ; notons que la réaction produit un alcool de garance, qui était jadis consommé). Dans un deuxième temps, nous éliminons un colorant jaune fauve, abondant et préjudiciable à la beauté et à la solidité de la teinte finale, en lavant copieusement la matière végétale à l'eau tiède légèrement alcalinisée (par une solution filtrée de cendres de bois ou par des cristaux de soude), puis à l'eau claire.

La racine est alors prête pour l'extraction des principes colorants. On la jette dans une solution chaude d'alun de potasse (du sulfate double d'aluminium et de potassium, qui constitue ces bâtons coagulants qui guérissent les blessures du rasage matinal ; on le trouve en droguerie ou en pharmacie) à 12 pour cent et l'on voit rapidement la liqueur prendre la teinte d'un sirop de grenadine. Chauffons modérément pendant une à deux heures afin d'extraire le colorant des racines ; le colorant n'est pas utilisable tel quel, et il n'est pas du rouge qu'on en attend. Aussi les peintres exploitent-ils la propriété qu'a l'alumine d'adsorber des molécules variées : si nous mélangeons la teinture à du carbonate de sodium, une magnifique «laque» (une poudre colorée) se dépose, parce que de l'alumine insoluble se forme par réaction de l'alun présent avec le carbonate ; simultanément, le colorant est extrait de la solution par adsorption sur les grains précipités. Il reste à laver plusieurs fois le précipité à l'eau claire, à filtrer et à sécher : la laque est prête.

LES POUSSIÈRES DE LA COULEUR

Ce principe d'adsorption des colorants par de l'alumine fraîchement préparée (ou d'autres précipités) s'applique à d'autres colorants, tel celui qu'on extrait, généralement sans le savoir, en faisant cuire des artichauts dans de l'eau. L'ajout d'alun, puis de carbonate de potassium provoque la précipitation d'une laque jaune analogue à celle de la gaude, plante jadis largement cultivée pour sa teinture jaune «grand teint», c'est-à-dire qui résiste à la lumière.

Comment peindre avec ce pigment ? Les peintres préparent des peintures en dispersant les pigments avec des liants,

tel de l'œuf, de huile de lin ou de la gomme arabique, éventuellement allongés d'un diluant ou d'un solvant. Toutefois, il ne suffit pas de triturer un peu de pigment avec un liant, car le résultat est alors imprévisible : parfois, la peinture est directement utilisable, mais, parfois, elle est excessivement liquide, ou relargue du liant au repos, ou bien encore prend en masse... En outre, comme certains pigments coûtent cher ou sont trop colorants, on y adjoint des charges, c'est-à-dire des pigments incolores et transparents qui ne participent pas directement à la couleur et à l'opacité du film de peinture. Par exemple, le bleu de phtalocyanine est si intense qu'il donne du noir, et non du bleu, quand on l'utilise sans charge. Ainsi, pour éviter de broyer du noir et pour comprendre pourquoi les peintures toutes prêtes sont souvent supérieures aux préparations des «jardiniers», il faut descendre non plus dans le jardin, mais dans la microstructure des pigments.

Observons que les pigments sont des poudres, colorées ou incolores, insolubles dans le milieu de dispersion (solvant ou liant), ce qui les distingue des colorants qui, eux, sont toujours solubles (encre des stylos, éosine, mercurochrome, etc.). Ici nous ne nous intéresserons donc qu'aux pigments, et non aux colorants.

De surcroît, nous ne préparerons que de la peinture à l'huile.

Pour obtenir une peinture, il faut disperser les particules de pigment dans le liant (l'huile) qui est hydrophobe. Or, si certains pigments le sont aussi, d'autres sont plutôt hydrophiles ; autrement dit, l'énergie de surface entre une particule de pigment et de l'huile est souvent élevée. Pourquoi parvient-on toutefois à disperser les pigments dans les huiles ? Parce qu'on apporte de l'énergie mécanique, en «broyant les couleurs».

Comment se comportent les particules, lors du broyage ? Le microscope le montre : initialement les particules primaires de pigment sont souvent réunies avec une de leurs faces en commun, ce qui conduit à des agrégats, à la manière d'un tas de briques compact (la surface d'un agrégat est inférieure à la surface totale des particules qui le composent). Les particules primaires peuvent également se réunir avec pour seul point de contact des angles ou des arêtes, comme un tas de brique désordonné, ce qui donne les agglomérats, dont la surface est alors proche de la surface totale des briques primaires. Les agrégats peuvent également s'associer en agglomérats. La taille des particules primaires peut être très variable, de 13 nanomètres à 10 micro-

mètres, et jusqu'à 60 micromètres pour les charges et les pigments naturels, notamment les pigments anciens.

Le broyage a plusieurs fonctions : il disperse les particules, il modifie éventuellement leur taille et, ainsi, il accroît le pouvoir colorant. Imaginons qu'on divise un cube d'un centimètre de côté en cubes égaux d'un micromètre de côté ; on obtient ainsi 1 000 milliards de cubes, la surface totale passant de six centimètres carrés à six mètres carrés.

LE MOUILLAGE

Lorsque nous avons formé la pâte en malaxant le pigment et l'huile avec la spatule, de l'air est resté occlus. Comment le chasser ? Il suffit de broyer cette pâte épaisse à la molette (voir la figure 2c). Par la même occasion, on disperse les grains de pigment, et l'on dissocie les agglomérats, voire les agrégats. Cette opération effectuée, on devra encore se préoccuper d'obtenir une viscosité appropriée. Pour le peintre, l'idéal est d'obtenir une pâte ; c'est ensuite, sur la palette seulement, qu'il ajuste la viscosité en ajoutant un diluant.

Or le mélange de poudres, tels les pigments, réserve des surprises également connues des maçons : si l'on



1. La racine (en bas à droite) de la garance (au centre) contient des colorants, telle l'alizarine. À partir de cette racine, on prépare une laque rouge (poudre dans le verre de montre), que l'on peut utiliser pour confectionner une peinture à l'huile (en bas, au centre).