

Est-il vrai que l'eau ruine toute possibilité de développement d'empreintes digitales latentes sur le papier ?

Alexandre Beaudoin

Résumé	Les pièces à conviction récupérées sur les scènes de crime présentent différents visages. Ultiment, c'est la surface de ces pièces qui dictera aux spécialistes en identité judiciaire la meilleure technique à appliquer pour y révéler des empreintes digitales latentes. Dans le cas de surfaces poreuses, comme le papier et le carton, il existe une panoplie de techniques pour arriver à un résultat concluant. Mais lorsque la surface poreuse est mouillée, l'arsenal est considérablement restreint. Cet article présente deux techniques reconnues : l'« oil red O » et le « révélateur physique ».
Mots-clés	Empreinte digitale latente, détection, oil red O, révélateur physique.
Abstract	Does water really ruin all possibilities of developing latent fingerprints on paper? The evidences recovered from crime scenes have several different faces. Ultimately, the surface of the evidences will dictate the forensic identification specialists the best technique to be applied to reveal latent fingerprints. In the case of porous surfaces, such as paper and cardboard, there are a variety of techniques to reach a conclusive result. But when the porous surface is wet, the arsenal is severely restricted. This article focuses on two well known techniques: the "oil red O" and the "physical developer".
Keywords	Fingerprint, fingermark, detection, oil red O, physical developer.

Selon Interpol, les empreintes digitales latentes constituent les preuves criminalistiques qui conduisent « à *davantage de suspects et sont à l'origine de davantage d'éléments de preuve présentés aux tribunaux que toutes les autres techniques de police scientifique réunies* » [1]. Évidemment, d'autres sciences de l'identification, telle la génétique, commencent à prendre plus de place dans ce processus, mais il n'en demeure pas moins que la révélation d'empreintes latentes sur les pièces à conviction est un élément critique de la lutte au monde interlope. Soutien majeur aux enquêtes, cette révélation de traces latentes est intimement et étroitement liée à la chimie, tout en étant régie par des conditions strictes en termes de surface, de séquence et d'environnement.

Comment développe-t-on des empreintes digitales latentes sur les surfaces poreuses tel le papier ?

Dans son article, Andy Becue nous décrit à merveille la nature et les composantes des empreintes latentes (voir p. 52), ce qui nous donne la possibilité d'envisager la grande diversité de substances pouvant être recherchées par le spécialiste en identité judiciaire. Ainsi, lorsqu'une pièce à conviction présente des surfaces poreuses, comme le papier et le carton, le spécialiste aura la possibilité d'exploiter les acides aminés imprégnés dans le papier, les lipides, les acides gras et les ions inorganiques. Dans le cas des acides aminés, il est possible de les développer en utilisant des techniques extrêmement efficaces comme l'1,2-indanedione, le 1,8-diazafluoren-9-one (DFO) et la ninhydrine [2-3]. Malheureusement, s'il s'avère que l'environnement dans lequel la pièce à conviction a été trouvée était très humide,

comme dans le cas d'une serre hydroponique, ou que la pièce a été entièrement mouillée par la pluie, ces techniques deviennent complètement inefficaces. En effet, les acides aminés, comme vous vous en doutez sûrement, sont solubles dans l'eau. Ainsi, les situations de haute humidité provoqueront la dispersion des acides aminés, ce qui aura pour effet la destruction du patron digital et des caractéristiques recherchés pour faire l'individualisation. La possibilité de détecter des traces digitales latentes sur notre pièce à conviction est-elle alors complètement ruinée par une telle situation ?

Pas tout à fait. Bien que nous ayons des moyens plus limités, la recherche d'autres composantes des dépôts digitaux devient nécessaire, en favorisant, bien sûr, les constituants insolubles dans l'eau, comme les acides gras et les lipides. Ces deux constituants présentent en effet l'avantage d'être hydrophobes, se dissolvant alors plus difficilement dans l'eau.

Sur une surface poreuse comme le papier, les lipides des traces digitales auront tendance à présenter leur tête polaire hydrophile vers l'extérieur (donc vers l'eau), tout en protégeant leur longue chaîne hydrophobe vers le centre des crêtes papillaires (vers la surface). Le nombre de techniques pour développer ce type de traces sur surfaces poreuses mouillées est très limité. Les plus populaires dans le milieu demeurent le « révélateur physique » et l'« oil red O », deux techniques qui présentent une approche complètement différente.

L'oil red O

L'« oil red O » (ORO) est une technique de révélation de traces digitales sur les surfaces poreuses des pièces à conviction, sèches ou mouillées. Cette technique tire parti

de l'affinité du colorant oil red O pour les lipides. En effet, la molécule de l'ORO, un lysochrome diazo, présente une conformation structurelle empêchant l'ionisation de ses atomes d'azote, ce qui facilite sa dissolution dans les lipides.

Bien sûr, l'utilisation de l'ORO pour la visualisation des lipides n'est pas nouvelle en biologie, étant exploitée depuis 1926, plus spécifiquement en histologie [4]. Mais son utilisation en identité judiciaire demeure assez récente. La méthode d'application et les solutions permettant la coloration des dépôts digitaux, différentes de celles utilisées en biologie, ont été développées en 2004 par l'auteur au laboratoire de la Sûreté du Québec [5]. Le résultat obtenu est une trace digitale rouge sur fond rosé (*figure 1a*).

Théorie de coloration

L'ORO est un colorant hydrophobe et lipophile. Ainsi, il aura tendance à se « réfugier » dans les lipides avec lesquels il entrera en contact, comme les dépôts digitaux. Contrairement à plusieurs autres colorants, il ne colore pas les lipides par la formation de liens covalents ou ioniques. La coloration à l'ORO est davantage tributaire de l'accroissement de l'entropie [6-7].

Comme vous le savez, la seconde loi de la thermodynamique statue que l'énergie tend à se disperser spontanément dans la nature si elle n'est pas contrainte. L'entropie est la mesure de cette dispersion d'énergie. Lorsque l'énergie se disperse sans contrainte, il en résulte une augmentation de l'entropie.

La coloration avec l'ORO dépend directement de l'accroissement entropique du système. Suivant la formulation de la solution d'ORO, le colorant hydrophobe est dissous dans un solvant contenant de l'eau avec laquelle il n'a aucune affinité. Ainsi, l'ORO est contraint à maintenir une « position ordonnée » pour minimiser les possibilités de contact direct avec l'eau. On diminue donc volontairement l'entropie dans la solution de l'ORO. Mais naturellement, suivant la seconde loi de la thermodynamique, l'ORO ainsi contraint cherche une façon de se « désordonner » et

d'accroître l'espace qu'il occupe pour accroître l'entropie du système. Ainsi, lorsque la solution colorante est mise en contact avec des dépôts digitaux, l'ORO pénètre dans les lipides pour prendre plus d'espace, augmentant ainsi l'entropie de façon toute naturelle.

Avantages et inconvénients

L'ORO présente l'inconvénient d'une diminution d'efficacité avec le temps [7]. Cela n'a pas empêché la découverte de traces digitales de plus de vingt ans dans divers dossiers, mais cette diminution d'efficacité doit être considérée. Par contre, l'ORO a pour avantages d'être une technique simple, qui ne nécessite qu'une supervision mineure lors du traitement, qui ne dégrade que faiblement le support traité (si on exclut la coloration rosée), et surtout, qui permet l'utilisation de traitements subséquents dans le cadre de l'utilisation dans une séquence. De plus, l'ORO peut révéler des traces que le révélateur physique pourrait être incapable de développer, puisque les deux techniques ciblent des composantes différentes des traces digitales [7].

Le révélateur physique

Le « révélateur physique » (aussi connu sous le nom de « physical developer », ce qui explique son abréviation : PD) est une technique de révélation d'empreintes sur les surfaces poreuses des pièces à conviction, sèches ou mouillées. Cette technique tire parti d'une réaction d'oxydo-réduction permettant un « plaquage » d'argent sur le dépôt digital. Elle a été développée par l'Atomic Weapons Research Establishment et le UK Home Office Scientific Development Branch dans les années 70, par l'adaptation d'une technique de développement photographique publiée en 1969 [8]. On obtient donc avec cette technique une empreinte argentée sur un fond gris pâle (*figure 1b*).

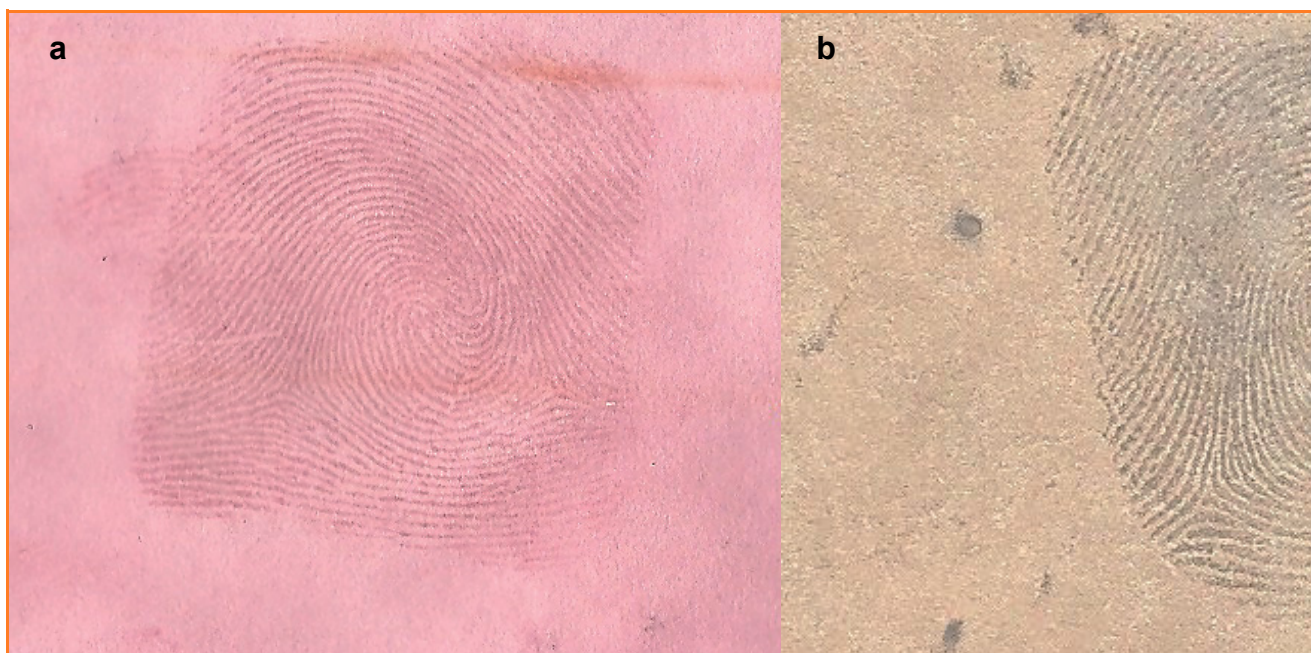
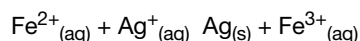


Figure 1 - Trace digitale révélée par la technique « oil red O » (a) et par « révélateur physique » (b).

Théorie de coloration

Le PD consiste en une réaction d'oxydoréduction qui entraîne l'oxydation des ions ferreux Fe^{2+} du sulfate ferreux ammoniacal en ions ferriques Fe^{3+} , pendant que les ions d'argent Ag^+ du nitrate d'argent sont réduits en particules d'argent solide $\text{Ag}_{(s)}$ sur les résidus d'empreinte. De l'acide citrique est ajouté à la solution car il se lie fortement aux ions ferriques Fe^{3+} [9]. Dans la solution de travail du PD, la formation de ce complexe (acide citrique-ions ferriques) change le potentiel électrique du système, rendant la formation de particules d'argent plus thermodynamiquement favorable :



Le taux de croissance des particules d'argent formées en solution est réprimé par l'ajout d'un surfactant cationique, le n-dodécylamine acétate. Le surfactant cationique forme une sphère chargée positivement autour des particules d'argent colloïdales naissantes dans la solution. Ceci empêche les particules d'argent chargées négativement de s'agréger avec d'autres ions d'argent chargés positivement (nitrate d'argent) présents dans la solution. Puisque le n-dodécylamine acétate n'est pas totalement soluble dans la solution de développeur, un surfactant non ionique, le nonyl phénol éthoxylate, est ajouté pour prévenir sa précipitation.

Finalement, les petites particules d'argent colloïdales se fixent sur le dépôt digital et le papier de façon uniforme, formant un canevas. L'interaction entre les particules d'argent et le dépôt digital permet l'établissement d'une force électrostatique qui attire de plus grosses particules d'argent qui, elles, se fixeront seulement sur les sécrétions pour permettre de visualiser ces dernières [10].

Avantages et inconvénients

Le PD comporte un niveau très élevé de complexité théorique et pratique qui rend difficile son accès pour plusieurs praticiens du terrain. Cette technique est très sensible à la contamination (qui pourrait détruire le fragile équilibre de la réaction) et demande une vigilance constante pour éviter un surdéveloppement, au même titre que le développement manuel de photographies [8]. Il s'agit également d'une technique destructive, fragilisant même le papier, et pouvant résulter en la décomposition partielle ou complète du document.

Malgré tout, elle permet le développement de traces digitales très âgées, accroissant même son efficacité avec le temps. Elle pourrait également détecter des traces qui ne seraient pas développées avec l'ORO [7].

Séquence de traitement

Comme nous avons pu le voir précédemment, chacune des deux techniques présentées précédemment possédait des forces et des faiblesses. Comme le travail en identité judiciaire demande de tirer le maximum de chaque pièce à conviction, il est fréquent, dans le milieu, de faire face à des séquences de traitement qui tirent parti des avantages et inconvénients de plusieurs techniques. Bien sûr, il faut d'abord s'assurer que les techniques en question n'interagissent pas entre elles. Dans le cas présent, nous avons la

chance d'avoir deux techniques dont les mécanismes de développement n'entrent pas en compétition, dont les points d'attache sont différents, et dont les résultats ne se nuisent pas mutuellement. C'est pourquoi le milieu de la criminalistique favorise l'utilisation en séquence de l'ORO suivie du PD pour maximiser les résultats [7, 11-12]. Les deux techniques étant complémentaires (principalement au niveau de leur efficacité en fonction de l'âge des traces digitales présentes), elles permettent de développer mutuellement des traces que l'autre technique n'aurait pu détecter.

Conclusion

Les techniques chimiques combinées, dont l'identité judiciaire dispose dans son arsenal de traitement, permettent de repousser les frontières de l'impossible en récupérant des empreintes latentes, malgré des inconvénients comme l'eau et l'humidité.

Références

- [1] Interpol European Expert Group on Fingerprint Identification (IEEFG), *Methods for Fingerprint Identification, Part 1*, 2000 (www.interpol.int/public/Forensic/fingerprints/WorkingParties/IEEGFI/ieegfi.asp#).
- [2] Wallace-Kunkel C., Roux C., Lennard C., Stoilovic M., The detection and enhancement of latent fingerprints on porous surfaces - A survey, *Journal of Forensic Identification*, 2004, 54(6), p. 687.
- [3] Wallace-Kunkel C., Lennard C., Stoilovic M., Roux C., Optimisation and evaluation of 1,2-indanedione for use as a fingerprint reagent and its application to real samples, *Forensic Science International*, 2007, 168, p. 14.
- [4] Horobin R., Kiernan J.A., *Conn's Biological Stains: A Handbook of Dyes, Stains and Fluorochromes for Use in Biology and Medicine*, 10th ed., BIOS Scientific Publisher, Oxford (UK), 2002.
- [5] Beaudoin A., New technique for revealing latent fingerprints on wet porous surfaces: oil red O, *Journal of Forensic Identification*, 2004, 54(4), p. 413.
- [6] Horobin R.W., *Understanding Histochemistry: Selection Evaluation and Design of Biological Stains*, Ellis Horwood Ltd, Chichester, 1988.
- [7] Salama J., *Evaluation of oil red O as a fingerprint detection reagent for use as a replacement for or in sequence with physical developer*, University of Technology, Sydney (Australia), B. Sc. Thesis, 2006.
- [8] Ramotowski R., A comparison on different physical developer systems and acid pre-treatments and their effects on developing latent prints, *Journal of Forensic Identification*, 2000, 50(4), p. 363.
- [9] Ramotowski R., Importance of an acid prewash prior to the use of physical developer, *Journal of Forensic Identification*, 1996, 46(6), p. 673.
- [10] Mong G.M., Petersen C.E., Clauss T.R.W., *Advanced fingerprint analysis project - Final report - Fingerprint constituents*, Pacific Northwest National Laboratory, Battelle Memorial Institute, 1999.
- [11] Guigui K., Beaudoin A., The use of Oil Red O in sequence with other methods of fingerprint development, *Journal of Forensic Identification*, 2007, 57(4), p. 550.
- [12] Salama J., Aumeer-Donovan C., Lennard C., Roux C., Evaluation of the fingerprint reagent Oil Red O as a possible replacement for Physical Developer, *Journal of Forensic Identification*, 2008, 58(2), p. 203.



Alexandre Beaudoin

est conseiller scientifique et technicien pour la Division de l'Identité judiciaire de la Sûreté du Québec*.

* Sûreté du Québec, Division de l'Identité judiciaire, Service de la Criminalistique, Direction Conseil et Soutien aux Enquêtes, 1701 rue Parthenais, UA 4370, Montréal, Québec, Canada, H2K 3S7.
Courriel : alexandre.beaudoin@surete.qc.ca