

Peat, Phenol and PPM ou Tourbe, phénol et PPM

Jusque dans les années 1960, les ingrédients nécessaires à la fabrication de whisky de malt furent l'orge, l'eau, la levure et la tourbe. Jusqu'à cette période, de larges quantités de tourbes étaient employées pour chauffer les alambiques et sécher l'orge dans les kilns. Au cours des années 1960, avec les progrès dans le chauffage des alambiques (p. ex., chauffage indirect, serpentins à vapeur) et dans les maltings (p. ex., saladin ou Box maltings), il fut possible de produire de grande quantité d'orge et de whisky de haute qualité sans avoir recours à la tourbe. Les distilleries du Speyside et des Lowlands furent les premières à se convertir à la production de whiskies non-tourbés. Cela est aussi lié au développement de l'exploitation des mines de charbon et des voies de communication (ferroviaires), puis plus tard, le charbon fut remplacé par le mazout et autres combustibles fossiles. Dans les endroits plus reculés, comme Islay, les méthodes traditionnelles ont été mieux respectées et Islay produit toujours de nombreux whiskies tourbés. L'influence de la tourbe sur le whisky, le caractère fumé-tourbé est facilement reconnaissable par l'amateur de whisky. La concentration de ce caractère tourbé est exprimé comme la concentration de phénols en PPM (part per million). 1 PPM de phénol correspond à une molécule de phénol dilué parmi 1'000'000 d'autres molécules (p. ex., d'eau).

Parmi les amateurs de whisky, les notions de tourbe, phénols et PPM sont les moins comprises et l'objectif de cet article est de les expliquer.

Tourbe:

Botanique:

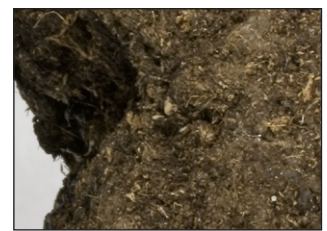
Comme définit sur <http://www.wildlifetrust.org.uk/facts/peat.htm>, "la tourbe est un matériau organique formé dans des sols stériles en conditions acides, remplis de mousses et fougères (sphaignes). Lors de la décomposition de la matière végétale, cette matière ne se décompose pas, mais s'accumule pour former de la tourbe en raison de l'absence d'oxygène." En d'autres termes, les tourbières sont le résultat d'une décomposition organique en absence d'oxygène, principalement constituée de Sphaignes. Les sphaignes sont des plantes du genre des bryophytes et plusieurs centaines d'espèces ont été identifiées. Ce sont des petites plantes d'1-2 cm, avec leur pédoncules (organe reproductif) pouvant atteindre jusqu'à 5-10 cm. Ces plantes poussent dans des endroits très humides. La teneur en eau de ces plantes est très élevée et peut s'élever jusqu'à 70%. Sous une loupe binoculaire ou un microscope, on peut remarquer que la chlorophylle flotte dans l'eau. Puisque les sphaignes poussent dans les zones humides, sa décomposition se fait en absence d'oxygène (décomposition anaérobie) et que le carbone contenu dans les tissus ne peut relâcher sous forme de dioxyde de carbone (CO₂). Le produit de cette dégradation, la tourbe, est noire en raison de sa forte concentration en carbone.



En Ecosse, dans les îles, la tourbe est encore fréquemment employée comme combustible domestique, comme ici sur l'île de Lewis.

La tourbe dans les distilleries:

La tourbe est abondante dans les pays nordiques (p. ex., Russie, Canada, Scandinavie et Royaume-Uni) et afin d'être utilisée comme combustible, la tourbe doit être séchée. En Ecosse, la tourbe est préparée manuellement avec des piques. Le "flaugher" est utilisé pour couper et enlever la couche de mousse superficielle contenant la partie vivante afin de favoriser le renouvellement de la tourbe. Ensuite, les bandes de tourbe sont coupées avec le "rutter", puis finalement le "tusker" est employé pour couper les blocs. Une fois coupée, les blocs de tourbes sont empilés pour former des



Détail macroscopique d'un morceau de tourbe utilisée pour les distilleries.

amoncellements appelés “storrow” et sont laissés séchés. La couche superficielle est ensuite remise en place afin de minimiser l’impact écologique.

Une fois sèche, la tourbe peut être utilisée comme combustible domestique et industriel. La tourbe fut le combustible le plus important à une époque et reste toujours une source importante dans certaines parties de l’Ecosse, comme les Hébrides extérieures. Le charbon, le coke, le gaz et le pétrole sont de meilleurs combustibles. Néanmoins, la tourbe est encore utilisée en grande quantité par l’industrie du whisky. Les distilleries de Highland Park, Springbank, Bowmore, Laphroaig et Kilchoman utilisent de la tourbe pour le séchage de l’orge (kilning) et Balvenie dans une moindre proportion. A Balvenie, afin de maintenir l’influence de la tourbe faible, il y a un petit feu de tourbe à côté du four alimenté en coke et la fumée tourbée est mélangée avec l’air chaud généré par le coke. Les autres distilleries achètent directement leur malt tourbé auprès de maltings industriels tels que Port Ellen, Tamdhu ou Glen Ord ou encore de Malters (Malters) comme Simpsons. Dans des maltings comme ceux de Port Ellen, jusqu’à 5 tonnes de tourbes peuvent être utilisés par batch et ceux de Tamdhu, 5 tonnes couvrent les besoins annuels. Sécher l’orge avec un feu de tourbe contribue à donner des arômes fumés au distillat et permet un meilleur stockage du malt que le malt non-tourbé. Néanmoins, si l’orge est très tourbée, cela peut nuire au rendement en alcool (moins de litres d’alcool pur par tonne de malt). Suivant le degré “tourbé” désiré, l’orge peut être exposé à la fumée tourbée de quelques heures jusqu’à 48 heures. Après 48h, l’enveloppe du grain d’orge est sèche et une exposition



Un tusker à la distillerie de Highland Park.

supplémentaire ne contribuera pas à augmenter le caractère tourbé du distillat. L’exposition à la fumée tourbée permet une augmentation de la concentration d’un groupe de composés chimiques appelés phénols (voir page 3). L’orge pour les whiskies “non-tourbés” contient une proportion de phénols d’environ 0.5-3 ppm (1 ppm=0.0001%) et l’orge très tourbée pour Ardbeg ou l’Octomore de Bruichladdich, 50-55 et 80 ppm, respectivement. Les valeurs en ppm communiquées par les distilleries, les sites webs ou les livres sont les concentrations en phénol du malt, avec broyage et distillation. La concentration en phénols du distillat sortant des alambiques, le “new make” ou “plain spirit” est entre 30 et 50% de la valeur du mal. Par exemple, le malt pour Ardbeg est tourbé à 54 ppm et la concentration finale à la sortie de l’alambique varie entre

17 et 24 ppm, suivant la configuration du moulin et du mash (1). A BenRiach, par exemple, le malt utilisé pour le BenRiach Curiositas est tourbé à 55 ppm et le new make est à 35 ppm. Un rôle important du traitement de l’orge à la fumée tourbée est de rendre le malt plus résistant aux infections bactériennes. Les distilleries préfèrent utiliser les couches supérieures de la tourbe, car elles sont plus riches et plus fibreuses. Ces couches produisent d’avantage de fumée que les couches inférieures et confèrent d’avantage au profil aromatique du malt. Pour un usage domestique, les couches inférieures brûlent mieux, et génèrent d’avantage de chaleur et moins de fumée. De plus, suivant les tourbières, la tourbe peut avoir une composition et une structure différente, qui peut contribuer à des arômes particuliers. Pendant une partie des années 1990, Highland Park distillery a décidé d’arrêter ses floor maltings et d’utiliser exclusivement du malt produit industriellement. Le résultat fût un changement du profil aromatique du whisky et les floors maltings rouverts au plus tôt. Au début de ce millénium, Laphroaig a distillé un batch de whisky produit exclusivement avec



Un feu de tourbe à l’intérieur d’un four (kiln) pour sécher l’orge et donner un caractère fumé (tourbé) au whisky.

du malt produit à Laphroaig. Le résultat de cette expérience sera connu dans quelques années. Les distilleries de Glendronach et de BenRiach ont stoppé leurs opérations de floor maltings à la fin des années 1990s pour des raisons principalement économiques. Néanmoins, BenRiach va recommencer cette opération en 2008/2009. Espérons que la même aventure se déroule à Glendronach.

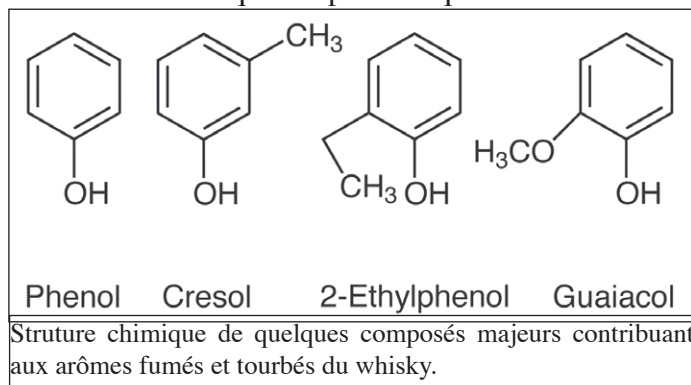
Dans les distilleries actuelles, comme Highland Park, environ 15% du malt est produit sur place et les 85% restants produits à l’extérieur. Dans le Speyside, le floor malting est maintenu en opération dans une distillerie uniquement pour des motifs commerciaux (marketing).

Jusqu’à la fin du 19eme Siècle, principalement dans les Highlands, la tourbe était également employée pour le chauffage des alambiques. Le chauffage des alambiques permettait une chauffe plus lente, qui apparemment, d’après les anciens, produisait un meilleur whisky. C’est probablement au tournant des années 1950-60 que les

derniers alambiques chauffés par la tourbe furent convertis à des modes d'alimentation plus modernes.

Phénols et ppm:

Comme mentionné précédemment, les Parts Par Million (PM) est une mesure de quantité. Par définition, 1 ppm correspond à une molécule diluée dans 1 million d'autres molécules. Pendant le séchage de l'orge, le kilning, lorsque la tourbe est utilisée comme combustible, la fumée tourbée ("peat reek") donne un caractère tourbé au distillat final. Le degré tourbé du malt peut être contrôlé par la quantité de tourbe brûlée, la durée de l'exposition aux fumées tourbées et par l'humidité de l'orge. La température d'humidité optimale est d'environ 25% (2). Comme décrit par Lee et al. (3), le caractère tourbé (p. ex., brûlé, fumé ou médicinal) dérive principalement des composés phénoliques présents dans la fumée tourbée et que les phénols quantitativement les plus présents sont les phénols, crésols, xylénols, ehtylphénols et guaiacol. En plus des phénols provenant de cette fumée, des composés phénoliques sont générés par la chaleur du kiln, par dégradation thermique. Bien que les groupes phénols sont les plus abondants dans le malt tourbé, le crésol est le plus important dans le distillat. Modifier la température du feu de tourbe entre 400 et 750°C peut modifier significativement les proportions de phénols et crésols par rapport au guaiacol (2).



Notre nez est un organe très sensible et le niveau de détection, le niveau auquel un nez peut détecter le caractère tourbé, est aussi bas que 0.1 ppm de guaiacol d'après Lee et al. (4).

Comme mentionné précédemment, la façon la plus fréquente de rapporter le niveau tourbé d'un whisky est de mentionner les ppm en phénols du malt. Les whiskies très tourbés sont faits à partir de malt avec plus de 30 ppm de phénols, les moyennement tourbés d'environ 20 ppm et les légèrement tourbés sont généralement en dessous de 15 ppm. Même le malt "non-tourbé", contient des phénols, mais à des niveaux très bas, entre 0.5 et 3 ppm. La concentration de phénols contribuant au caractère tourbé du whisky diminue pendant la maturation. Par exemple, le malt de Laphroaig est fumé à 40 ppm et le new make spirit (distillat) sort à 25 ppm. Dans le Laphroaig 10 ans d'âge, ce taux descend à 8-10 ppm et à 6 ppm pour le 30 ans d'âge (5).

La quantification de ces composés se fait soit par spectroscopie UV/VIS soit par High-Performance Liquide Chromatographie (HPLC, chromatographie en phase liquide). Dans le cas de la spectroscopie UV/VIS, l'échantillon de whisky analysé est mélangé avec un réactif (p. ex., réagent de Folin-Ciocalteu) qui va réagir spécifiquement avec les composés phénoliques de l'échantillon et l'intensité du complexe mesurée par un faisceau lumineux à une longueur d'onde déterminée. Cette méthode est simple, bon marché, facile à faire et ne requiert pas de formation spécifique. Néanmoins, cette méthode n'est pas très spécifique et ne permet pas de mesurer ou d'identifier les composés phénoliques individuellement. La HPLC est une technique très puissante et permet une identification précise, reproductible et spécifique des différentes classes et groupes phénolique. Le whisky étant composé de plusieurs centaines de molécules chimiques, l'identification de chaque molécule n'est pas toujours possible (p.ex., à cause de co-élution).

Ces dernières années, des nouvelles techniques ont été développées pour le contrôle de qualité du whisky comme la chromatographie en phase gazeuse couplé à la spectrométrie de Masse (GC/MS), ainsi que la Gas Chromatography/Time-of-Flight Mass Spectrometry (GC/TOFMS).

Les whiskies les plus tourbés sont l'Octomore (I et II) produits à Bruichladdich. Sur leur site web (www.bruichladdich.com) on peut lire que le *malt* de l'Octomore distillé en 2002 était à 80.5 ppm de phénol, mesuré par HPLC, et que l'Octomore II (The Beast) atteignait 167 ppm, mesuré par HPLC. Comme décrit dans Peat, Smoke and Spirit (5), le *whisky* était tourbé à 29.6 ppm pour l'Octomore I et 46.4 ppm dans l'Octomore II

Conclusion:

La tourbe est une ressource naturelle utilisée depuis des siècles (voir millénaires) en Ecosse comme combustible. C'est une ressource abondante, bon marché, utilisée pour la production du whisky, dès ces débuts. Sécher

l'orge sur un feu de tourbe rendait le malt plus résistant face aux moisissures et infections bactériennes. En même temps, cela permettait de contribuer au profil aromatique du distillat. La tourbe est toujours en grande quantité par cette industrie, principalement dans les distilleries se trouvant dans les Orcades, l'Île de Skye, de Mull, et d'Islay. Suivant la structure et l'origine de la tourbe, la durée et la température du feu de tourbe et de la distillation, le caractère tourbé peut varier considérablement entre deux distilleries. Le "tourbé" mesuré en ppm est un indicateur du caractère fumé du malt et est mesuré communément par spectroscopie ou HPLC. Les valeurs en ppm se réfèrent aux phénols présents dans le malt et pas dans le distillat.

Références:

1. M. Udo, *The Scottish Whisky Distilleries* (Cat Publishing, 2005), pp. 480.
2. I. Russell, *Whisky : technology, production and marketing : handbook of alcoholic beverages series* (Academic, London, 2003), pp. xvi, 366 p.
3. K.-Y. M. Lee, A. Paterson, J. R. Piggott, G. D. Richardson, *Journal of the Institute of Brewing* 107, 287 (2001, 2001).
4. K. Y. M. Lee, A. Paterson, J. R. Piggott, G. D. Richardson, *Journal of the Institute of Brewing* 106, 287 (2000).
5. A. Jefford, *Peat smoke and spirit : a portrait of Islay and its whiskies* (Headline, London, 2004), pp. ix, 406 p.

Dr P. Brossard @ 17Jan2007