Centre de référence mycoses

Centre hospitalier universitaire de Liège

Rapport d’activité 2013

**Marie-Pierre Hayette**

**Rosalie Sacheli**

 **Septembre 2014**

**Sommaire**

1. Introduction
2. Missions spécifiques du CNR mycoses
3. Résumé des activités de 2013
* Activités du CNR/Liège
* Démarche qualité
* Accréditation Belac ISO15189
* Contrôles de qualité externe supranationaux
* Collection
1. Bilan de 2013 pour les champignons isolés par le CNR
* Bilan Global
* Bilan selon l’origine du prélèvement de phanères
* Cheveux
* Peau
* Ongles
* Bilan selon l’âge des patients
1. Comparaison 2012-2013
2. Enquêtes épidémiologiques
3. Travaux de recherche et collaborations
4. Conclusions
5. Références

##### 1. Introduction

Le CNR mycoses a pour mission l’expertise et la surveillance épidémiologique et microbiologique des mycoses superficielles et profondes. L’importance grandissante tenue par les mycoses au niveau médical est sans nul doute liée à l’incidence croissante des infections fatales causées par celles-ci chez des patients immunodéprimés durant les deux dernières décennies (1). Cette augmentation est attribuée à un accroissement du nombre de patients soumis à un traitement immunodépresseur (patients cancéreux, greffés de moelle ou d’organe), à l’intensification de ce type de traitement mais aussi à l’accroissement du nombre de patients infectés par le VIH.

Un diagnostic rapide et précis est nécessaire chez ces patients vulnérables. Dans ces cas, il est important de connaitre les aspects culturaux, macroscopiques et microscopiques des agents fongiques de façon à orienter rapidement le clinicien vers une thérapeutique adaptée.

A côté des mycoses invasives, les mycoses superficielles et particulièrement les onychomycoses ont une prévalence élevée dans la population générale comme l’atteste une étude portant sur 16 pays européens qui montre une prévalence de 59% (2). De plus, les agents responsables de teignes microsporiques (touchant le cuir chevelu), peuvent se révéler contagieux et nécessiter une éviction scolaire d’où l’importance d’un diagnostic rapide et précis (3).

Le centre national de référence (CNR) a pour mission principale l’identification des champignons qui lui sont adressés de façon à confirmer un diagnostic jusqu’au niveau de l’espèce. Une confirmation ou détermination de la sensibilité *in vitro* des champignons vis-à-vis des antifongiques adaptés peut également être réalisée si nécessaire. D’autre part dans le cadre d’épidémies, les laboratoires de référence offrent une aide dans la caractérisation phénotypique et génotypique des souches impliquées.

##### 2. Missions spécifiques du CNR Mycoses

Les missions du CNR mycoses sont les suivantes :

* + - * « Identification des champignons filamenteux et de levures adressés par les laboratoires belges. Réalisation d’antifongigramme dans le cas d’infection profonde ou d’infection récidivante »
			* Constitution et entretien de la collection de souches de dermatophytes (CNR Mycoses Liège)
			* Mise au point et développement de nouvelles méthodes de diagnostic, d’identification et de typage moléculaire des champignons, telles que les méthodes d’amplification génique et de séquençage moléculaire
			* Alerte des autorités sanitaires à l’exemple de l’émergence de nouvelles résistances aux antifongiques ou de l’apparition d’une souche épidémique dans une population particulière
			* Activité de conseil auprès des autorités sanitaires, des médecins et des biologistes
			* Participation à des groupes d’experts à travers l’Europe
			* Valorisation des travaux par des publications, articles scientifiques, guide de prescription, formation continue
* Activités de recherches et d’études en collaboration avec d’autres équipes scientifiques
* Participation à des contrôles de qualité externe

#####  3. Résumé des activités de 2013

##### Activités du CNR/Liège

Au cours de l’année 2013, tous les aspects des missions attribuées au CNR ont été couverts, comme l’identification d’isolats de levures et champignons filamenteux, l’aide au diagnostic de mycoses rares, la détermination de la sensibilité aux antifongiques et l’amélioration de techniques de typage et d’identification moléculaire. Le CNR de Liège se focalise principalement sur l’identification des mycoses superficielles isolées de phanères.

Parmi les techniques d’identification des levures, l’identification par spectrométrie de masse est l’outil n°1 qui est utilisé. Les résultats sont confirmés par séquençage moléculaire si nécessaire.

Parmi les outils moléculaires, une approche polyphasique est utilisée. La région ciblée en premier lieu dans le cas de l’identification d’une espèce est tout ou partie de la région ITS1-5,8S-ITS2 de l’ARN ribosomique (ARNr). Deux cibles complémentaires sont disponibles à savoir la région D1-D2 de la partie LSU (28S) de l’ARNr et la bêta-tubuline. Ces autres cibles sont utilisées en cas de confirmation de l’identification d’une espèce rare ou en cas de réponse non satisfaisante après une première amplification. D’autres cibles sont actuellement à l’étude.

##### Démarche de qualité

* Accréditation Belac ISO 15189

Le laboratoire de Microbiologie clinique du CHU de Liège a mis en place une démarche d’accréditation du laboratoire depuis quelques années. La mise en place du système qualité du CNR mycoses de Liège a été initiée en 2012 et l’audit d’accréditation a eu lieu en mai 2013. La démarche retenue pour mettre en conformité le CNR avec la norme ISO 15189 est fondée sur la rédaction de procédures pour chaque analyse proposée par le CNR, la création d’un dossier de validation complet pour chacune de ces techniques et un état des lieux des procédures et protocoles existants. La démarche consiste également en la mise en conformité des locaux et appareillages dédiés aux activités du CNR. La gestion du matériel permet en outre de garantir l’utilisation d’équipements fiables, appropriés aux besoins et surveillés en temps réel. La gestion des réactifs et consommables (sélection et évaluation des fournisseurs, distribution et évaluation des produits) est assurée également. L’accréditation ISO 15189 a été octroyée au CNR mycoses à la suite de l’audit BELAC de mai 2013. En 2013, de nouveaux outils ont également été développés facilitant la démarche qualité comme une gestion des stocks du CNR informatisée, comprenant une gestion des lots et dates de péremption facilitée et tracée automatiquement. Le passage des contrôles de qualité internes a également fait l’objet d’une informatisation garantissant un suivi optimal.

* Contrôles de qualité externes supranationaux

Le CNR Mycoses participe à un contrôle de qualité externe tri-annuel, concernant la détermination de la sensibilité de souches de levures à différents antifongiques et l’identification de cultures de levures/champignons filamenteux issus d’échantillons cliniques. Ces contrôles sont proposés par l’UK NEQAS.

Parallèlement à cela, le CNR mycose organise et /ou participe annuellement à des « ring tests » inter-laboratoires afin de valider les analyses pour lesquelles il n’existe pas de contrôle proposé par un organisme externe.

##### Collection

Tous les isolats cliniques de levures et de dermatophytes adressée au CNR sont systématiquement conservés et congelés à -80°C excepté les isolats de champignons contaminants. La pureté des souche est préalablement vérifiée et des techniques d’identification et de détermination de la sensibilité aux antifongiques (selon la demande) sont réalisées préalablement à la congélation. Les souches sont référencées, étiquetées et stockées au sein de la « champithèque » (souchothèque) du CNR.

#####  4.  Bilan de 2013 pour les champignons isolés par le CNR

##### Bilan global

En 2013, un total de 3185 isolats fongiques ont été envoyés aux deux CNR « Mycoses »(regroupement des cas isolés à la KUL Leuven et au CHU de Liège) dont 3124 provenaient de phanères et 61 d’autres sites . Parmi ces échantillons, 1529 (48%) ont été identifiés comme étant des dermatophytes, dont 216 provenant de la KUL et 1313 provenant du CHU de Liège. Parmi eux, 1271 (83,3%) isolats ont été identifiés comme faisant partie du genre *Trichophyton*, 252 comme faisant partie du genre *Microsporum* (16,5%)et 6 (0,39%) comme faisant partie du genre *Epidermophyton.* Un total de479 isolats de levures ont également été répertoriés (soit 15,06% de tous les prélèvements) dont 267 *Candida sp.* (8,4%). Le reste des isolats (1177 souches 37,03% de tous les prélèvements) correspond à d’autres types de champignons filamenteux.

Plus précisément, parmi les **dermatophytes** l’isolat le plus fréquemment retrouvé (tous prélèvements confondus) est le *T. rubrum* (812 isolats, 53,2% des dermatophytes), suivi du *complexe* *T. mentagrophytes* (300 isolats, 19,64 %), *M. audouinii* (183 isolats, 11,97%), *T. violaceum* (66 isolats, 4,32%), *M. canis* (47 isolats, 3,07%), *T. soudanense* (41 isolats, 2,68%), *T. tonsurans* (40 isolats, 2,61%), *M. praecox* (20 isolats, 1,31%), *E. floccosum* (6 isolats, 0,39%), *T. schoenleinii* (5 isolats*, 0,33%), M. gypseum* (2 isolats, 0,13%), *M. persicolor* (1 isolat, 0,06%), *T. terrestre* (1 isolat, 0,06%), *T. verrucosum* (1 isolat, 0,06%). 4 isolats (0,26%) ont été identifiés comme *Trichophyton spp*. sans identification précise de l’espèce. La **figure 2** représente la répartition des cas de dermatophytes en 2013. Parmi les autres isolats envoyés au CNR, on retrouve des levures réparties en 13 espèces de *Candida sp*. (267 isolats, 55,8% des levures isolées), *Rhodotorula sp*. (131 isolats, 27,39% des levures isolées), *Trichosporon sp.* (58 isolats, 12,12%), *Geotrichum sp*. (16 isolats, 3,34 % des levures isolées) et *Saccharomyces sp* (7 isolats, 1,46% des levures isolées). La **figure 3** décrit en détail la répartition des levures isolées par le CNR mycoses.

Parmi les autres prélèvements reçus par le CNR, on retrouve, entre autres, des *Penicillum sp*. (248 isolats, 7,78% de tous les prélèvements), *Aspergillus sp*.(177 isolats, 5,55%), *Fusarium sp.* (90 isolats, 2,82%), *Scopulariopsis sp.* (84 isolats, 2,63%), *Alternaria sp.* (78 isolats, 2,44%), *Acremonium sp.* (39 isolats, 1,22%), *Cladosporium sp.* (31 isolats, 0,99%)*.*

**Figure 1 :** Répartition des prélèvements reçus en 2013 par le CNR mycoses.

**Figure 2 :** Répartition des 1529 dermatophytes isolés en 2013 par les 2 CNR

**Figure 3 :** Représentation graphique de la répartition des espèces de levures retrouvées dans les prélèvements reçus par le CNR en 2013.

##### Bilan selon l’origine du prélèvement

Parmi les isolats envoyés au CNR de Liège (et avec en sus les prélèvements de phanères du CNR de la KUL), 67,11% provenaient d’ongles, 24,09% provenaient de squames ou biopsies de peau, 7,3% provenaient de cheveux (inclus cuir chevelu) et 1,95% provenaient d’autres sources (Voir **figure 4**).

**Figure 4:** Répartition de l’origine des prélèvements envoyés au CNR Mycoses en 2013.

* Cheveux

Au total, 234 isolats reçus par le CNR provenaient de cheveux parmi lesquels, 206 ont été identifiés comme étant des dermatophytes se répartissant en 10 espèces. *M. audouinii* est le pathogène fongique le plus fréquent pour ce type de prélèvement et représente 38,91% des infections par les dermatophytes (n=91). Les autres dermatophytes identifiés sont *Trichophyton violaceum* (n=40, 19,41%), *Trichophyton soudanense* (n=29, 14,08%), *Trichophyton tonsurans* (n=21, 10,2%), *Microsporum canis* (n=16, 7,8%), *Trichophyton mentagrophytes complex* (n=3, 1,45%), *Microsporum praecox* (n=3, 1,45%), *Trichophyton schoenleinii* (n=2, 0,97%) et *Trichophyton verrucosum* (n=1, 0,48%). (Voir **figure 5**). Les autres espèces cultivées étaient des champignons filamenteux non dermatophytes, présents dans les échantillons comme contaminants. Notre analyse révèle l’importance de l’espèce *M. audouinii* comme agent causal de la teigne. L’augmentation du nombre de *M. audouinii* et *T. violaceum* est liée à l’étude nationale dont la collecte concernait les deux espèces. A noter que l’infection par *M. audouinii et T. violaceum* touche essentiellement les jeunes enfants.

**Figure 5 :** Répartition des espèces de dermatophytes causant des infections du cuir chevelu pour 2013

* Peau

Au total, 766 isolats cultivés à partir de squames ont été reçus. Les isolats sont répartis comme suit: dermatophytes (417 isolats 54,64% de tous les isolats), 118 levures (15,4%, 86 *Candida sp.*, 32 autres genres). Le reste des souches est réparti en différentes espèces de champignons filamenteux non dermatophytiques.

Parmi les dermatophytes, 140 isolats de *T. rubrum* ont été identifiés soit 34% des dermatophytes. Cet agent est l’agent le plus fréquemment rencontré dans ce type de prélèvements. Au total, 86 isolats de *M. audouinii* ont été isolés de prélèvements de peau (20,66%). 82 isolats du complexe *Trichophyton mentagrophytes* (19,68% des dermatophytes) ont également été isolés. A noter que les espèces *T. interdigitale* et *mentagrophytes* ont été rassemblées par facilité dans le complexe *T. mentagrophytes*. Ces 2 espèces sont également fortement représentées dans ce groupe. Les autres dermatophytes retrouvés moins fréquemment sont les suivants : 30 *M. canis* (7,19%)*,* 22 *T. violaceum* (5,29 %),18 *M. praecox* (4,23%), 15 *T. soudanense* (3,59%), 14 *T. tonsurans* (3,35%), 4*E. floccosum* (0,95%), 3 *M. gypseum* (0,69%). *M. persicolor, T. terrestre complexe* et *T. schoenleinii* ont été également retrouvés à raison de 1 isolat chacun durant l’année 2013 (voir **figure 6**).

Le groupe des non dermatophytes contient des genres différents tels que des *Cladosporium, Rhizopus*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Scopulariopsis, Penicillium.* Parmi ceux-ci, certains peuvent être à l’origine d’infection chez les patients dont l’immunité est diminuée ou en cas de blessure non correctement prise en charge. Il est important de considérer chaque agent fongique en fonction du patient (patient à risque de développer une infection superficielle ou invasive en fonction de son degré d’immunodépression ou de facteurs locaux). C’est pour cela que le remplissage du formulaire mis à disposition par le CNR est essentiel dans la prise en charge de l’échantillon. La présence de contaminants de l’environnement au moment du prélèvement ou de l’ensemencement conduit à la culture de champignons non significatifs pouvant empêcher la culture du véritable pathogène. Il est important de rappeler que la prise de squames doit être précédée par la désinfection de la peau avec de l’alcool à 70% pour réduire au maximum le risque de contamination.

**Figure 6 :** Répartition des espèces de dermatophytes causant des infections de la peau en 2013.

* Ongles

La majorité des souches reçues par le CNR provenaient d’ongles (2124 isolats). Ceci a conduit à l’identification de 893 dermatophytes (45,04%), 309 levures (166 Candida répartis en 11 espèces, 143 appartenant à d’autres genres) et des champignons non-dermatophytes, considérés souvent comme contaminantsoù l’on retrouve des genres tels que les *Alternaria, Scopulariopsis, Acremonium, Penicillium, Aspergillus, Fusarium.* Il est important de mettre l’accent sur le fait que la présence de champignons non dermatophytes qui sont potentiellement pathogènes, tels que *Fusarium spp* ou *Scopulariopsis spp,* doit être confirmée sur base de la positivité de l’examen direct et également d’un second échantillon positif pour le même agent, avant de le juger responsable de la symptomatologie. En effet, la présence d’un dermatophyte peut être gênée par la croissance de tels contaminants.

Le groupe des dermatophytes comprend 668 *T. rubrum* et 211 *T. mentagrophytes complexe* (75,18% et 23,64 % respectivement). D’autres espèces de dermatophytes ont été identifiées minoritairement à partir de prélèvements d’ongles à savoir : 4 *T. tonsurans* (0,44%), 3 *T. soudanense* (0,33%), 3 *T. violaceum*, (0,33%), 2 *T. schoenleinii (0,22%)* 1 *M. canis* (0,11%) *et* 1 *E. floccosum* (0,11%)(Voir **figure 7**)*.*

**Figure 7:** Répartition des espèces de dermatophytes responsables d’onychomycoses en 2013.

* **Bilan selon l’âge des patients**

Le groupe d’âge le plus affecté par les infections à dermatophytes est le groupe des 31-50 ans (Voir **figure 8**). Cependant la tranche d’âge des moins de 10 ans présente également un taux d’infection important. Dans cette tranche d’âge, *M. audouinii* est l’agent responsable de 42,73% des infections (Voir répartition des espèces de dermatophytes touchant les < de 10 ans **figure 9**).

**Figure 8 :** Représentation graphique des groupes d’âges de patients concernés par les dermatophytoses en 2013.

**Figure 9 :** Distribution des infections à dermatophytes dans la catégorie d’âge des

 < de 10 ans en 2013 (tous prélèvements confondus).

**5. Comparaison entre 2012 et2013**

En 2012, un total de 2733 prélèvements ont été traités par les CNR. En 2013, ce nombre était de 3185 soit une augmentation de 20%. Parmi ces échantillons, 775 ont été identifiés comme étant des dermatophytes en 2012 contre 1529 en 2013. Comme le montre la **figure 10**, l’année 2013 a vu une recrudescence des dermatophytes isolés puisqu’ils représentent 48% des prélèvements en 2013 contre 28,4% en 2012. Le taux de levures isolées est également en hausse puisque celles-ci représentent 15,06% des prélèvements contre 10,6% en 2012. En ce qui concerne les dermatophytes *T. rubrum* reste le pathogène prédominant en 2013. On observe une augmentation du nombre de *T. rubrum* isolés en 2013 (53,2 % contre 45,6% en 2012). Par contre une diminution franche du complexe *T. mentagrophytes* a été observée (19,6% contre 31,1% en 2012). A noter que cette diminution dans la proportion occupée par *T. mentagrophytes complex* est sans doute liée à la réception de nombreux *M. audouinii* demandés dans le cadre de l’étude épidémiologique (Voir point 6). En effet, le nombre de *M. audouinii* isolés en 2013 a quant à lui augmenté (11,9% en 2013 contre 9,94% en 2012). En 2013, la tendance est à la hausse également pour *M. canis, T. soudanense, T. tonsurans* et *T. violaceum,* alors que la tendance est à la baisse (légère) pour *M. praecox* et *E. floccosum.* L’année 2013 a également vu l’émergence de nouvelles espèces isolées telles que *T. verrucosum, T. terreste complex, T. schoenleinii* et *M. gypseum* (Voir **figure 11** et **Tableau 1** pour les détails).

**Figure 10**: Répartition des espèces identifiées reçus en 2012 et 2013 aux CNR.

**Figure 11 :** Répartition des espèces de dermatophytes isolées en 2012 et 2013.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Espèce | 2012 | 2013 |
| *T.rubrum* | 45,60% | 53,20% |
| *T. mentagrophytes complex* | 31,15% | 19,64% |
| *M.audouinii* | 9,94% | 11,97% |
| *T.violaceum* | 3,56% | 4,32% |
| *M. canis* | 1,16% | 3,07% |
| *T. soudanense* | 0,64% | 2,68% |
| *T.tonsurans* | 2,20% | 2,61% |
| *M. praecox*  | 4,90% | 1,31% |
| *E.floccosum* | 0,90% | 0,39% |
| *T. schoenleinii* | 0 | 0,33% |
| *Trichophyton sp.*  | 0,25% | 0,33% |
| *M. gypseum* | 0 | 0,13% |
| *M. persicolor* | 0,07% | 0,06% |
| *T. terrestre complex*  | 0 | 0,06% |
| *T. verrucosum* | 0 | 0,06% |

**Tableau 1 :** Comparaison des pourcentages des différentes espèces de dermatophytes observées en 2012 et 2013 par les CNR.

**6. Enquêtes épidémiologiques**

Durant l’année 2012, le CNR Mycoses a noté un nombre particulièrement élevé d’infections à *M. audouinii*. Les infections du cuir chevelu par *T. violaceum* sont également élevées. C’est pourquoi le CNR mycose a entrepris une étude nationale pour le recueil des souches de *M. audouinii* et *T. violaceum* circulantes en 2013 et leur analyse génotypique, de façon à comprendre l’origine de cette croissance en Belgique. Cette étude a pour finalité de déterminer s’il existe des différences génotypiques entre des souches d’une même espèce et si un lien peut être établi avec une éventuelle localisation géographique ou une origine ethnique particulière. Toutes les souches de *M. audouinii* et *T. violaceum* (n=134) reçues par le CNR dans le cadre de l’étude ont été analysée génotypiquement grâce au Diversilab® (bioMérieux). Les données épidémiologiques nécessaires à l’interprétation des résultats ont également recueillies au cours de cette étude. Cependant, il nous a été très difficile d’obtenir ces données épidémiologiques et de nombreuses informations sont manquantes. Cette étude a fait l’objet d’un mémoire de Master 2 en Santé publique soutenu en juin 2014 par le Dr. Audace NKESHIMANA (4).

Sur le plan de l’analyse génotypique, une étude pilote a été effectuée sur une partie des souches de *M. audouinii* et *T. violaceum* 2012 et 2013 et les résultats ont été présentés au « *6th Trend in Medical Mycology* » (TIMM) en octobre 2013 (5). Certaines souches de 2013 doivent encore être traitées et les résultats interprétés globalement. Les résultats définitifs seront présentés dans le rapport 2014 du CNR Mycoses et au travers de publications.

Le CNR Mycoses de Liège a également collaboré à l’étude nationale TANSIR, concernant les candidémies. Les résultats de cette étude seront publiés en 2015.

**7. Travaux de recherche et collaborations**

Le CNR a participé à une étude visant le développement et la validation clinique d’un test PCR en temps réel pour la détection de plusieurs espèces de dermatophytes directement à partir d’échantillons d’ongles, de peau et de cheveux. Une première partie de ce travail a été présentée à l’ECCMID 2014 (6). Enfin des activités cliniques ont abouti à une publication en collaboration avec nos collègues cliniciens du CHU de Liège à propos d’un cas de mucormycose (7).

#####  8. Conclusions

Les activités du CNR Mycoses ont permis de mettre en évidence que le *T. rubrum,* reste dans nos régions le premier agent responsable de mycoses superficielles, tous prélèvements confondus, cet agent étant le plus souvent associé aux onychomycoses. Le complexe *T. mentagrophytes* est quant à lui fréquemment responsable de mycoses superficielles de la peau et de l’ongle. Concernant les infections du cuir chevelu, *M. audouinii* apparait comme étant le premier responsable de ce type d’infection, ce qui était également le cas en 2012. Du fait de l’étude nationale, nous avons enregistré davantage de cas d’infection en 2013 (183 *M. audouinii* en 2013 contre 77 en 2012). On note par ailleurs une émergence de ce dermatophyte dans les échantillons de peau.

Le nombre des teignes du cuir chevelu par *T. violaceum* est également plus élevé que l’an passé et en grand partie le reflet de l’enquête nationale. Plus de 130 souches de *M. audouinii* et *T. violaceum* ont été traitées mais l’analyse des dernières souches reçues en 2013 et début 2014 est toujours en cours et sera finalisé pour fin 2014. Les résultats définitifs seront présentés dans le rapport 2014 du CNR mycose. Durant l’année 2014, de nouvelles techniques de biologie moléculaire développées afin de pouvoir identifier plus efficacement certaines espèces de dermatophytes.

##### 9. Références

1\_Pagano L. Lumb J. Future microbial. 2011;6(9): 985-989. Update on fungal infections.

2\_Burzykowski T, Molenberghs G, Abeck D, Haneke E, Hay R, Katsambas A, Roseeuw D, van de Kerkhof P, van Aelst R, Marynissen G: High prevalence of foot diseases in Europe: results of the Achilles Project. Mycoses2003, 46(11-12):496-505.

3 [Kelly BP](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?term=Kelly%20BP%5BAuthor%5D&cauthor=true&cauthor_uid=22474120). Superficial fungal infections. [Pediatr Rev.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22474120%22%20%5Cl%20%22#" \o "Pediatrics in review / American Academy of Pediatrics.) 2012 Apr 33(4):e22-37.

4 Nkeshimana A. Epidémiologie des teignes anthropophiles. Agents fongiques incriminés, facteurs de transmission, gestion en milieu scolaire. Mémoire de Master 2 en Santé publique (option épidémiologie et économie de la santé), Ulg, 2014 .

5 Sacheli R1., Dimo1 L., Graide1 H., Meex1 C., Descy1 J., Huynen1 P. , Melin1 P., André2 J., Arrese2 J., Hayette1 M.P. Poster communication TIMM 2013 “DNA fingerprinting using DiversiLab system for genotypic characterization of Microsporum audouinii and Trichophyton violaceum isolates in the Belgian population: preliminary study”

6 Dingemans G., van den Bosch M., Hayette M.P., Goethel S., Rusu V., Sacheli R., Meis J, Gajetaan G., Simons G. Development of a new commercial qPCR assay to detect and differentiate dermatophyte infections of the skin, nails and hair. ECCMID, Barcelone, Mai 2014

7Layios N., Canivet J.L., Baron F., Moutschen M., Hayette M.P. (2014). Mortierella wolfii-associated invasive disease. Emerg Inf Dis 20 (9), 1591. <http://dx.doi.org/10.3201/eid2009.140469>