|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  | | --- | |  | | |
|  | |  | | --- | | **PSEUDOMONAS**      **Systématique et importance**    Le genre *Pseudomonas* est classé dans la famille des *Pseudomonadaceae* (ordre des *Pseudomonadales*, classe des *Gammaproteobacteria*, division ou phylum des "*Proteobacteria*", domaine ou empire des "*Bacteria*").  Historiquement, le genre *Pseudomonas* a accueilli un très grand nombre d'espèces constituées de bacilles à Gram négatif, mobiles (ciliature polaire) ou immobiles et à métabolisme oxydatif (voir [Pseudomonas](http://www.bacterio.cict.fr/p/pseudomonas.html) *in* [List of Prokaryotic Names with Standing in Nomenclature](http://www.bacterio.cict.fr/)). Comme le souligne P.A.D. Grimont, au cours du temps, le genre *Pseudomonas* était devenu "une véritable poubelle taxonomique". La réorganisation de ce genre a débuté en 1968 et, actuellement, le genre *Pseudomonas* est restreint à son espèce type et aux espèces phylogénétiquement apparentées.  L'espèce la plus importante en médecine vétérinaire est *Pseudomonas* *aeruginosa* et c'est la seule qui sera étudiée dans ce fichier. Toutefois, d'autres espèces du genre présentent un intérêt en médecine vétérinaire et en hygiène alimentaire (voir [Pseudomonas](http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/pp/pseudomonadales.html) *in* [Dictionnaire de bactériologie Vétérinaire](http://www.bacterio.cict.fr/bacdico/)).  *Pseudomonas* *aeruginosa* est couramment désignée sous son nom vernaculaire de bacille pyocyanique (du nom d'un pigment produit par cette espèce, la pyocyanine, qui donne une couleur bleue au pus).    **Principaux caractères bactériologiques**    Les souches de *Pseudomonas* *aeruginosa* sont constituées de bacilles de 0,5 à 0,8 µm de diamètre sur 1,5 à 3,0 µm de longueur, se présentant de manière isolée ou groupés par deux ou en courtes chaînes, mobiles grâce à une ciliature monotriche (quelques rares cellules portent cependant plusieurs flagelles polaires), non sporulés, aérobies, à métabolisme strictement respiratoire, nitrate réductase positive et respirant les nitrates, catalase et oxydase positives.  *Pseudomonas* *aeruginosa* est capable d'utiliser des sucres comme source de carbone et d'énergie en produisant de faibles quantités d'acides. Cette acidification résulte toujours d'un métabolisme oxydatif, elle est toujours faible et elle ne s'observe que lorsque les conditions d'oxygénation sont bonnes.  *Pseudomonas* *aeruginosa* produit le plus souvent des pigments appelés pyoverdine et pyocyanine (les souches ne produisant aucun de ces pigments sont très peu nombreuses).  La pyoverdine est un pigment de couleur jaune-verte, soluble dans l'eau et insoluble dans le chloroforme. La pyoverdine joue un rôle physiologique important car c'est un puissant sidérophore.  La pyocyanine est un pigment phénazinique, soluble dans le chloroforme et spécifique à *Pseudomonas* *aeruginosa*. En solution aqueuse, la pyocyanine est généralement de couleur bleue. Ce pigment est un accepteur d'électrons permettant à *Pseudomonas* *aeruginosa* de croître en anaérobiose. Elle possède une activité bactériostatique, notamment vis-à-vis des bactéries à Gram positif. Aussi, la présence d'un pus bleu dans les plaies (notamment après amputation) était considérée comme un signe encourageant puisqu'il éloignait le spectre de la gangrène.  En raison de l'importance de ces pigments dans le diagnostic, leur recherche doit s'effectuer dans des milieux spéciaux favorisant leur synthèse. Les milieux les plus sensibles et les plus utilisés sont les milieux de King A et B.  Le germe pousse à 42 °C, mais aucune culture n'est obtenue à 4 °C ou à 46 °C. La température optimale de croissance est comprise entre 30 et 37 °C.  *Pseudomonas* *aeruginosa* cultive facilement sur les milieux d'usage courant en bactériologie et sur de nombreux milieux utilisés pour l'étude des entérobactéries. Les cultures dégagent une odeur très caractéristique de seringa et elles présentent une coloration verdâtre.  Les colonies de *Pseudomonas* *aeruginosa* sont de trois types :  1) Les colonies *la* (large) sont grandes, rugueuses avec un centre plus bombé (colonies en œufs sur le plat) et un bord irrégulier. Très souvent, les colonies *la* présentent de petites plages d'autolyse donnant un reflet irisé ou métallique caractéristique.  2) Les colonies *sm* (small) sont rondes, petites, convexes et lisses.  3) Les colonies muqueuses sont bombées, opaques visqueuses, filantes, ou parfois coulantes. Elles possèdent une pseudocapsule constituée d'alginate.  Les souches isolées de prélèvement cliniques donnent généralement des colonies *la* alors que les souches isolées de l'environnement donnent le plus souvent des colonies *sm*. Les colonies muqueuses, les plus rares, sont formées par des souches isolées chez l'homme de l'appareil respiratoire (patients atteints de mucoviscidose) ou du tractus urinaire.    **Habitat et pouvoir pathogène**    Selon N. Palleroni, *Pseudomonas* *aeruginosa* est l'espèce bactérienne dont l'habitat est le plus vaste. Elle vit à l'état saprophyte dans l'eau et les sols humides (elle résiste mal à la dessiccation) ou à la surface des végétaux. Elle vit également à l'état commensal dans l'intestin de l'homme et des animaux. Plus rarement elle est isolée de la peau et des muqueuses de l'homme et des animaux.  Trois à 22 p. cent des échantillons d'eau de boisson sont contaminés et il en va de même pour 37 p. cent des échantillons d'eau industrielle, 23 à 84 p. cent des échantillons d'eau de piscine et 96 p. cent des échantillons d'eaux usées. Tous les réservoirs d'eau peuvent être une source de contamination (siphons d'éviers, chasses d'eau, piscines, bains bouillonnants, humidificateurs, nébuliseurs, respirateurs artificiels ...).  Les solutions antiseptiques contaminées présentent un danger potentiel important. Il s'agit soit d'antiseptiques inactifs sur le germe (par exemple les solutions à base d'ammonium quaternaire) soit d'antiseptiques habituellement actifs vis-à-vis desquels la bactérie a acquis une résistance.  **Pouvoir pathogène pour l'homme**  *Pseudomonas* *aeruginosa* peut être impliquée dans des infections communautaires et c'est l'une des bactéries les plus fréquemment isolées lors d'infections nosocomiales. À elle seule, elle représente environ 90 p. cent de tous les *Pseudomonas* spp. isolées au laboratoire.  *Pseudomonas* *aeruginosa* est peu virulente chez les individus normaux et, au contraire, très pathogène chez les sujets dont les moyens de défense sont altérés. Elle est le prototype des bactéries pathogènes opportunistes et elle est isolée d'infections très diverses.  **Pouvoir pathogène pour les animaux**  *Pseudomonas* *aeruginosa* est responsable d'infections très diverses chez de nombreuses espèces animales : surinfections des plaies, avortements (chevaux, bovins), mammites (bovins, ovins, chèvres), infections respiratoires (bovins, chevaux, porcs, oiseaux, reptiles), stomatites (reptiles), dermites (carnivores, ovins, reptiles), altération de la laine ("fleecerot"), otites externes (chiens, porcs), kératites (oiseaux, chevaux), cystites (chiens), septicémies (carnivores, visons, chinchillas, rongeurs de laboratoire, oiseaux, reptiles), ...    **Facteurs de pathogénicité**    *Pseudomonas* *aeruginosa* possède un grand nombre de facteurs de virulence jouant un rôle dans la colonisation, la survie de la bactérie et l'invasion des tissus.  *Pseudomonas* *aeruginosa* possède des pili permettant l'adhésion aux épithéliums. Une exoenzyme, l'exoenzyme S ainsi que d'autres adhésines non piliées renforcent l'adhésion. L'exoenzyme S, localisée sur la membrane externe et capable de se fixer fortement aux glycosphingolipides, joue un rôle important.  Le flagelle semble également intervenir dans l'adhésion et les souches non flagellées ont une virulence atténuée.  *Pseudomonas* *aeruginosa* produit des sidérophores, notamment la pyoverdine et la pyochéline, qui permettent à la bactérie de se multiplier en l'absence de fer libre.  La cytotoxine est une protéine située dans l'espace périplasmique et qui est libérée après la phase de croissance exponentielle. Elle est responsable de la formation de pores dans les membranes cellulaires, notamment dans la membrane des leucocytes, ce qui entraîne une augmentation de la perméabilité et une libération d'enzymes lysosomiales. Elle est ainsi responsable d'une inflammation sévère et d'une nécrose tissulaire.  La phospholipase C est une hémolysine thermolabile dont la synthèse est induite par une carence en phosphate. Elle libère des phosphorylcholines à partie de la phosphatidylcholine ou de la sphyngomyéline.  *Pseudomonas* *aeruginosa* produit au moins quatre protéases qui provoquent des hémorragies et des nécroses tissulaires. La plus importante est une élastase qui agit sur l'élastine (composant structural majeur des tissus pulmonaires), la laminine, les collagènes de type III et IV et sur les protéoglycanes.  L'exotoxine A agit d'une manière comparable à la toxine diphtérique. Elle inhibe la synthèse protéique des cellules eucaryotes par ADP-ribosylation du facteur d'élongation EF2. Sa synthèse est stimulée par la carence en fer.  L'exoenzyme S possède également une activité ADP-ribosyl transférase. Elle agit sur la vimentine (un composant du cytosquelette), les immunoglobulines A et G et elle entraîne une dépolymérisation des filaments d'actine et contribue à la résistance aux macrophages.    **Diagnostic bactériologique**    L'isolement peut être réalisé sur de nombreux milieux. Des milieux sélectifs, contenant un ammonium quaternaire, permettent d'isoler le germe à partir de prélèvements contaminés. Outre son effet sélectif, la gélose Pyocyanosel (bioMérieux) a comme constituant de base le milieu de King A et elle favorise la production de pyocyanine.  Le diagnostic présomptif du genre *Pseudomonas* doit être évoqué lorsque les bactéries sont mobiles, à Gram négatif, aérobies strictes, oxydase positive et non indologènes.  Le diagnostic bactériologique des souches typiques est très facile. Il est fortement orienté par l'aspect des colonies et l'odeur des cultures. La mise en évidence de la pyocyanine (milieu de King A) et de la pyoverdine (milieu de King B) suffisent à assurer le diagnostic.  Pour les souches atypiques, le diagnostic peut avoir recours à l'ensemencement d'une galerie API 20NE.    **Sensibilité aux antibiotiques**    *Pseudomonas* *aeruginosa* présente une résistance naturelle à de nombreux antibiotiques et, au cours du temps, les souches ont développé une résistance acquise. La résistance résulte d'une imperméabilité de la membrane externe, d'un phénomène d'efflux, d'une altération des sites d'action ou de la production d'enzymes dégradant les bêta-lactamines et les aminosides.  La plupart des isolats de *Pseudomonas* *aeruginosa* résiste aux aminopénicillines, à l'association amoxicilline-acide clavulanique, à l'association ampicilline-sulbactam, aux céphalosporines de première, de deuxième et parfois de troisième génération, aux tétracyclines, aux macrolides, à la rifampicine, aux phénicolés et à l'association triméthoprime-sulfaméthoxazole.  Parmi les antibiotiques pouvant être actifs, on peut retenir la ticarcilline, associée ou non à l'acide clavulanique, la pipéracilline, associée ou non au tazobactam, la ceftazidime, le céfépime, l'aztréonam, l'imipénème, le méropénème, l'amikacine, l'iséparmicine, la tobramycine, la ciprofloxacine, la fosfomycine et la colistine. La ciprofloxacine et la fosfomycine doivent être utilisées en association avec d'autres classes d'antibiotiques pour éviter la sélection de mutants résistants.  Compte tenu des antibiotiques utilisables en médecine vétérinaire, le traitement des infections animales à *Pseudomonas* *aeruginosa* peut être très difficile. | |