

Les grands phylums bactériens

Le phylum *Pseudomonadota*

Le phylum *Proteobacteria* regroupe des micro-organismes importants du point de vue évolutif, géologique et environnemental. Le phylum *Proteobacteria* a récemment été renommé *Pseudomonadota* par l'ICSP (Euzéby, 2022). Il compte actuellement 7 classes reconnues, à savoir la classe des *Oligoflexia*, *Gammaproteobacteria*, *Epsilonproteobacteria*, *Deltaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Alphaproteobacteria*, *Acidithiobacillia* (Euzéby, 2022). Toutes les *Pseudomonadota* sont des bactéries à Gram-négatif, avec une membrane externe principalement composée de lipopolysaccharides.

Les membres de ce **phylum** présentent une diversité métabolique exceptionnelle où on trouve dans ce phylum des micro-organismes chimiolithotrophes, chimioorganotrophes et phototrophes qui représentent la plupart des bactéries connues annonçant une importance médicale, industrielle et agricole. Les membres de ce phylum sont d'une grande importance biologique car ils comprennent divers agents pathogènes responsables des maladies chez l'homme, l'animal et végétal, ainsi qu'un certain nombre de taxons qui jouent un rôle clé dans le cycle du carbone, du soufre et de l'azote sur notre planète

Toutes les protéobactéries sont des bactéries Gram-négatives, avec une membrane externe principalement composée de lipopolysaccharides.

1. La classe *α-Proteobacteria*

Cette classe compte 15 ordres validés (Euzéby, 2022) qui sont à savoir la classe des *Caulobacterales*, *Emcibacterales*, *Holosporales*, *Hyphomicrobiales*, *Iodidimonadales*, *Kordiimonadales*, *Magnetococcales*, *Micropepsales*, *Minwuiiales*, *Rhodobacterales*, *Rhodospirillales*, *Rhodothalassiales*, *Rickettsiales*, *Sneathiellales*, *Sphingomonadales*.

➤ Famille des *Brucellaceae*

La famille des *Brucellaceae* appartient à l'ordre des *Rhizobiales* (order/hyphomicrobiales. Cette famille comprend 6 genres reconnus par l'ICSP.

Les bactéries de cette famille sont des bâtonnets à Gram négatif, non sporulés et non capsulés. La majorité espèces sont mobiles par des flagelles péritriches ou polaires, **certaines espèces sont** non motiles appartiennent aux genres *Brucella*, *Paenochrobactrum*, *Pseudochrobactrum*, et *Falsochrobactrum*. Elles sont des bactéries chimio-organotrophes aérobie, certaines espèces sont dépendantes de

Phylum. <i>Pseudomonadota</i>
Classe. <i>alpha-Proteobacteria</i>
Ordre. <i>Rhizobiales</i>
Famille. <i>Brucellaceae</i>
Genre. <i>Brucella</i>
<i>Daeguia</i>
<i>Falsochrobactrum</i>
<i>Paenochrobactrum</i>
<i>Pseudochrobactrum</i>
<i>Ochrobactrum</i>
" <i>Noguchia</i> "

la présence en CO₂. Les *Brucellaceae* comprennent plusieurs **agents pathogènes** cliniquement pertinents (principalement du genre *Brucella* et *Ochrobactrum*) et elles sont des bactéries **intracellulaires obligatoires** et **facultatifs** qui peuvent survivre et se répliquer dans les cellules phagocytaires et non phagocytaires. Ils ont comme habitat les boues, les plantes ou l'eau. Leur teneur en GC varie entre 49,7 et 65,3 %.

✚ Pouvoir pathogène

Les *Brucella* sont responsables d'une zoonose qui touche le monde rural et est répandue dans le monde entier appelée "Fièvre de Malte" (décrite aussi sous le nom de "fièvre ondulante, "fièvre méditerranéenne" ou "mélicitococcie").

Les *Brucella* pénètrent dans l'organisme par voie cutanée, digestive ou respiratoire et gagnent par voie lymphatique le premier relais ganglionnaire. Elles se multiplient et disséminent dans tout l'organisme **par voie sanguine et lymphatique**. Elles sont phagocytées par les macrophages et y sont détruites en libérant **antigène** et **endotoxine** mais peuvent aussi s'y multiplier rapidement.

- Bovins: *B. abortus* engendre chez la femelle la brucellose caractérisée cliniquement par un avortement et une orchite ou une orchite-épididymite chez le mâle.
- Petits ruminants: *B. melitensis* entraîne la brucellose et *B. ovis* entraîne l'épididymite contagieuse du bélier.

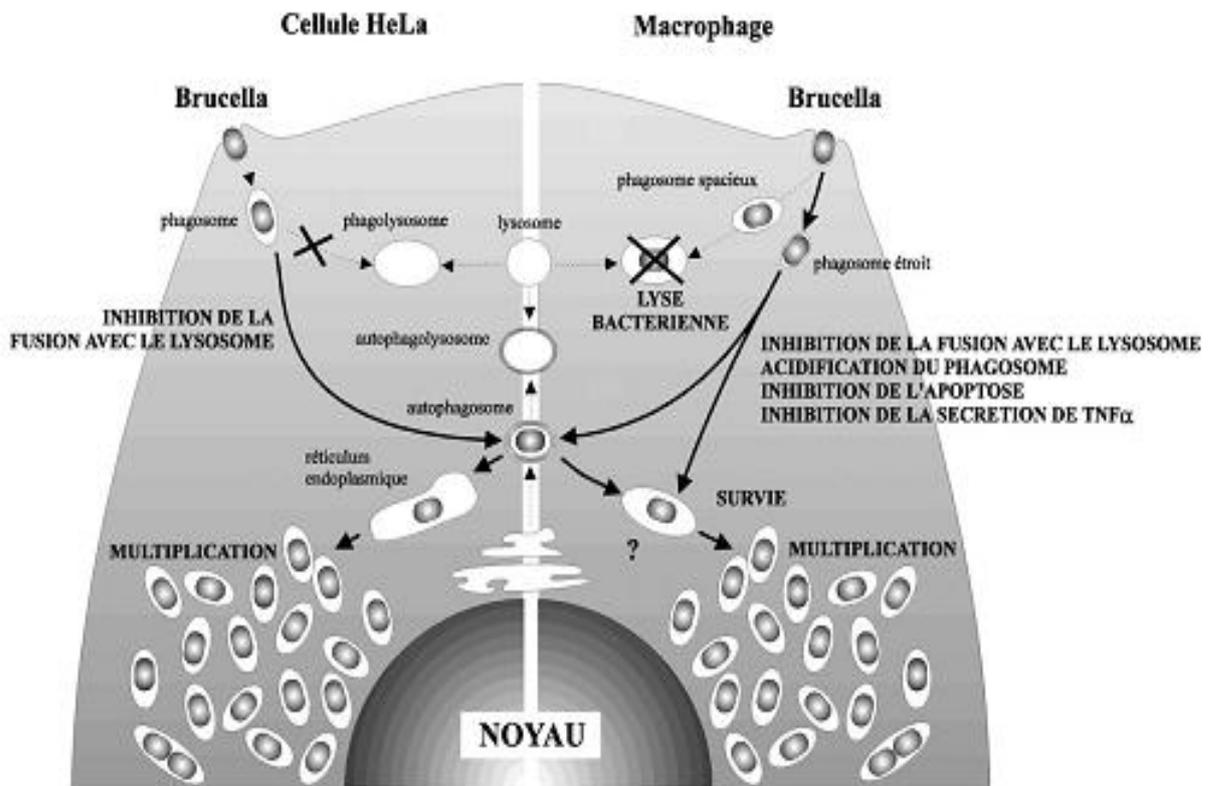


Figure : Représentation du trafic intracellulaire de *Brucella* dans la cellule **HeLa** et dans le macrophage (Michaux-Charachon et al, 2002). Après son entrée dans la cellule **HeLa** (moitié gauche de la figure), *Brucella* inhibe la fusion avec le **lysosome** et se retrouve dans un compartiment cellulaire présentant les marqueurs membranaires d'un autophagosome, puis du **réticulum endoplasmique**, dans lequel la bactérie va se multiplier. Dans le macrophage (moitié droite de la figure), *Brucella* se retrouve soit dans un phagosome de type spacieux, compartiment aboutissant à la fusion avec le lysosome et à la lyse de la bactérie, soit dans un phagosome étroit permettant la survie de la bactérie. Dans ce cas-là, la modification du processus de maturation du phagosome est caractérisée par son acidification précoce, mais le trajet de *Brucella* et la nature exacte du compartiment final de multiplication dans la cellule sont mal connus.

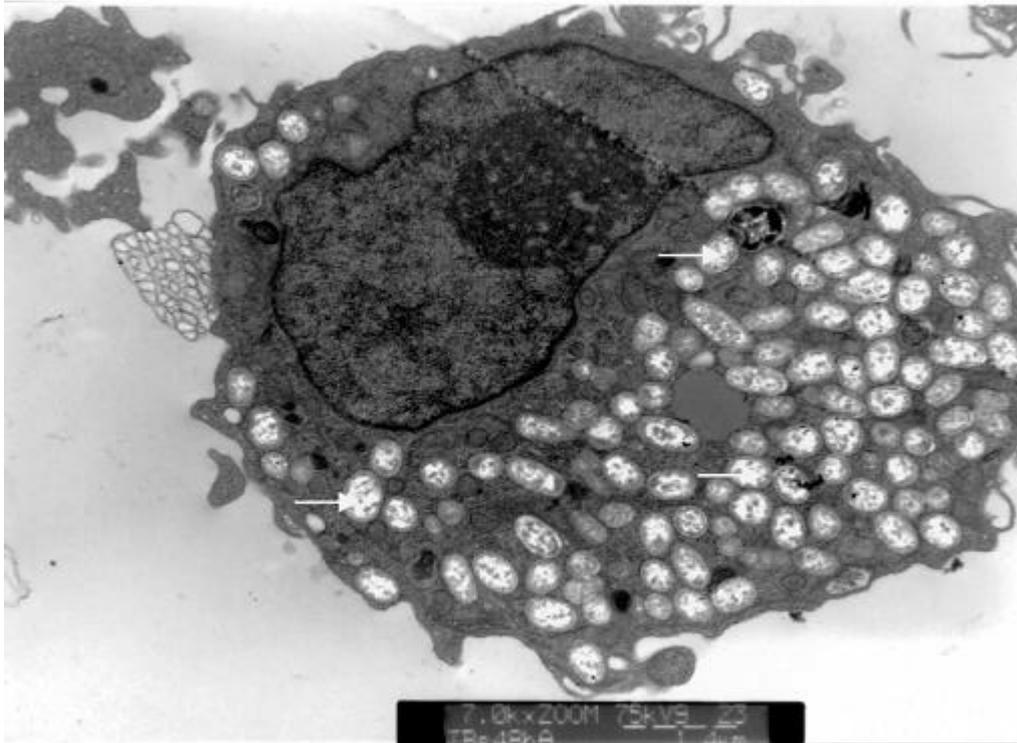


Figure. Multiplication intracellulaire de *Brucella* dans un macrophage humain après 48 h d'infection. Microscopie électronique. Quelques bactéries sont désignées par des **flèches** (Michaux-Charachon et al, 2002).

Tableau. Les caractéristiques principales des membres de la famille des *Brucellaceae* (Kämpfer, Wohlgenuth et Scholz, 2014).

Characteristic	<i>Brucella</i>	<i>Crabtreeella</i>	<i>Daeguia</i>	<i>Mycoplana</i>	<i>Ochrobactrum</i>	<i>Paenochrobactrum</i>	<i>Pseudochrobactrum</i>
Cell morphology	Cocci/short rods	Straight rods	Rods	Irregular rods	Rods	Rods	Rods
Size in μm	0.5–0.7 x 0.6–1.5	0.6–0.9 x 1.5–2.0	0.4–0.6 x 0.7–2.0	0.5–0.8 x 2.0–3.0	1.0 x 1.5–2.0	2.0	2.0
Gram-stain	–	–	–	–	–	–	–
Optimum growth temp. in $^{\circ}\text{C}$	37	28–30	30–37	30	20–37	25–30	25–30
Optimum pH	6.6–7.4	7.0–7.5	7.0–8.0	6.0–8.0	ND	6.0–8.0 ^d	ND
Flagella	–	+	ND	+	+	–	–
Predominant fatty acids	C _{14:0} , C _{16:1} , C _{18:0} , C _{18:1}	C _{18:1}	C _{18:1} ω 7c	C _{18:1} , C _{16:0} , C _{16:1}	C _{18:1} ω 7c, C _{19:0} cyclo ω 8c	C _{18:1} ω 7c, C _{19:0} cyclo ω 8c	C _{18:1} ω 7c
Ubiquinone	Q10	Q10	Q10	Q10	Q10	Q10	Q10
Urease	+ ^a	–	–	+	v	– ^d	ND
Catalase	+	+	ND	+	+	+ ^d	ND
Oxidase	+ ^b	+	ND	+	+	+	+
Nitrate reduction	+ ^c	–	+	–	+	– ^d	ND
O ₂ requirement	+	+	+	+	+	+	+
CO ₂ requirement	v	–	–	–	–	–	–
Utilization of sugars	+	+	v	+	+	v	v
Utilization of amino acids	v	+	v	+	+	v	v
Gas production	–	–	ND	–	–	ND	ND
Acid production from sugars	–	+	ND	+	+	– ^d	ND
Indole production	–	–	–	–	–	– ^d	ND
H ₂ S production	v	+	–	–	–	ND	ND
Mol % GC content of DNA	57.9–59.0	65.3	57.0	63.0–65.0	56.0–59.0	49.7 ^e	50.9 ^f

Data from Corbel and Banai (2005); Moreno and Moriyon (2006); Unz (1971); Xie and Yokota (2006); Yoon et al. (2008); Urakami et al. (1990); Holmes et al. (1988); Romanenko et al. (2008); Kämpfer et al. (2006, 2009, 2010, 2011)

ND not determined, + positive, – negative, v variable

^a*B. ovis* is usually urease negative, but positive strains are also reported. Some urease negative strains of *B. abortus* have been reported

^b*B. neotomae* and *B. ovis* are oxidase negative

^c*B. ovis* and some *B. abortus* strains are negative for nitrate reduction

^dData for *P. glaciei* KMM 3858[†] (Romanenko et al. 2008)

^eData for *P. gallinaris* Sa25[†] (Kämpfer et al. 2010)

^fData for *P. assacharolyticum* CCLUG 46016[†] (Kämpfer et al. 2006)

2. La classe des *β-Proteobacteria*

Les membres de cette classe déclarent également diverses stratégies métaboliques et occupent plusieurs environnements où elles peuvent être des agents pathogènes obligatoires vivant dans les organismes hôtes ou se trouvent comme des oligotrophes (pauvre en nutriments) dans des écosystèmes d'eaux souterraines.

La plupart des membres des *β-Proteobacteria* sont **hétérotrophes**, en utilisant à la fois les composés organiques comme source de carbone et d'électrons. Cependant, certains sont **photohétérotrophes** en utilisant la lumière comme source d'énergie et les composés organiques comme source de carbone. Il existe d'autres membres qui sont **photoautotrophes** en utilisant les **bicarbonates** ou le **CO₂** comme source de carbone et des composés **inorganiques réduits**, tels que le nitrate l'ammonium (NH₄NO₃), le thiosulfate (S₂O₃²⁻ ou le sulfure(, comme source d'électrons.

Parmi cette classe certains membres possèdent une importance économique dont ils sont capables d'utiliser le nitrate comme accepteur final d'électrons et peuvent **être utilisés industriellement pour éliminer le nitrate des eaux usées** par dénitrification. D'autres, jouent un rôle dans le maintien du pH du sol et dans le cycle élémentaire.

Un certain nombre de bêtaprotéobactéries ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique de l'air comme source d'azote pour leur croissance et cela est très important pour l'industrie agricole et cette fixation d'azote présente un moyen primordial augmentant le taux d'ammonium dans les sols sans la présence de légumineuses.

La classe des *β-Proteobacteria* comprend actuellement 4 ordres validés par l'ICSP, qui sont à savoir l'ordre des *Burkholderiales*, *Neisseriales*, *Nitrosomonadales* et *Rhodocyclales*. Il existe d'autres ordres qui ne sont pas encore validés par l'ICNP qui sont comme suit, l'ordre des "*Ferritrophicales*", "*Ferrovaales*" et "*Candidatus Procabacteriales*". l'ordre type de cette classe est représenté par les *Burkholderiales*.

➤ L'ordre *Neisseriales*

L'ordre des *Neisseriales* comprend deux (02) familles reconnues par l'ICSP, les *Neisseriaceae* et les *Chromobacteriaceae*. Les membres de cet ordre sont soit des coques isolées, en paires ou en amas, soit des bâtonnets ou des formes coccoïdes en paires ou chaînes courtes. Les espèces du genre *d'Aquaspirillum* sont hélicoïdales, tandis que les *Simonsiella* et *Alysiella* peuvent présenter une micromorphologie multicellulaire caractéristique.

Les *Neisseriales* sont des bactéries à Gram négatif mais il peut y avoir une tendance à résister à la décoloration, dépourvus des flagelles (sauf le genre *Aquaspirillum*), non motile mais une motilité sur milieu solide de type twitching motility « motilité par secousses » est fréquemment observée, possèdent souvent des fimbriae (pili), toutes les espèces sont aérobies, leur température optimale de croissance allant de 32 à 36°C, certaines espèces peuvent être capsulées. La majorité des genres forment des colonies non pigmentées sauf les souches appartenant au genre *Vogesella* et *Chromobacterium*. Plusieurs espèces ont des besoins complexes en facteurs de croissance, tandis que certaines espèces poussent facilement dans des milieux simples définis contenant une seule source de carbone organique et d'énergie. La teneur en GC est entre 46–67%.

➤ La famille *Neisseriaceae*

La famille des *Neisseriaceae* est constitué de 20 genres reconnus par le comité international de systématique des procaryotes (ou ICSP) (euzéby, 2022) dont le genre type est *Neisseria*. Ces bactéries sont soit des coques isolées, en paires ou en amas, soit des bâtonnets ou des formes coccoïdes en paires ou chaînes courtes. Elles sont Gram-négatif mais les cellules résistent souvent à la décoloration, peuvent être capsulées, non mobiles mais possèdent de fimbriae (pilis), aérobies mais certaines souches présentent une faible croissance anaérobie. Elles sont des parasites des animaux à sang chaud.

✚ Pouvoir pathogène

La famille des *Neisseriaceae* comporte plusieurs genres bactériens, dont trois présentent un intérêt médical : le genre *Kingella* (avec *Kingella kingae*, responsable d'**ostéomyélite** chez le jeune enfant),

Le genre *Eikenella* (avec *Eikenella corrodens*, appartenant au groupe HACEK et pouvant à ce titre être responsable d'endocardite infectieuse) et le genre *Neisseria*. Ce dernier comprend deux principales espèces pathogènes : *Neisseria meningitidis* (le méningocoque) et *Neisseria gonorrhoeae* (le gonocoque). Le genre *Neisseria* comprend également des espèces isolées dans le cadre de plaies par morsure (comme *N. weaveri*, *N. animaloris*, ou *N. zoodegmatis*), ainsi que plusieurs autres espèces commensales de la flore oropharyngée (*N. elongata*, *N. flavescens*, *N. lactamica*, *N. mucosa*, ...) non ou peu pathogènes.

Phylum. *Pseudomonadota*
 Classe. β -*Proteobacteria*
 Ordre. *Neisseriales*
 Famille. *Neisseriaceae*
 Genre. *Neisseria*
Alysiella
Amantichitinum
Aquella
Bergeriella
Conchiformibius
Craterilacuibacter
Crenobacter
Eikenella
Kingella
Morococcus
Paralysiella
Prolinoborus
Rivicola
Simonsiella
Snodgrassella
Stenoxybacter
Uruburuella
Vitreoscilla
Wielarella
Conchiformibium
 "Aquaphilus"
 "Chitinolyticbacter"
 "Herellea"
 "Populibacter"

Neisseria meningitidis est l'agent causal de **la méningite cérébrospinale, maladie** à déclaration obligatoire. La survenue d'un cas de méningite à méningocoque nécessite l'isolement du patient en chambre individuelle avec port de gants et de masque du personnel soignant jusqu'à 24 heures après le début d'un traitement efficace. C'est un germe très fragile ne survivant pas dans le milieu extérieur.

Il existe 13 sérogroupes de *N. meningitidis* (sur la base des antigènes polysaccharide capsulaire), dont six (A, B, C, Y, W-135 et X) sont les plus rencontrés dans le monde causant des **infections invasives à méningocoques (IIM)**.

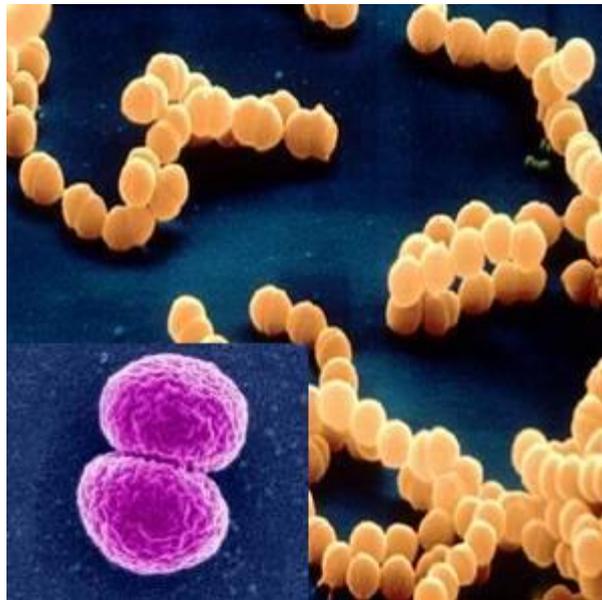
La pathologie est initiée lorsque les méningocoques accèdent fortuitement à la circulation sanguine et réussissent à se répliquer dans les vaisseaux sanguins malgré les défenses de l'hôte. La dissémination hématogène des méningocoques dans l'organisme peut conduire à différentes formes cliniques d'IIM, comprenant septicémie, méningite, différentes manifestations périphériques : **purpura**, pneumopathie et, plus rarement, arthrite septique ou péricardite. La diversité des symptômes cliniques induits par *N. meningitidis* reflète l'inflammation générée par la croissance bactérienne au niveau intravasculaire, périphérique et/ou central. La méningite, qui est causée par l'invasion du système nerveux central à travers l'espace sous-arachnoïdien, est observée chez 37 à 49% des patients atteints d'une IIM. L'IIM peut également évoluer rapidement vers un choc septique aigu pour 10–18% des patients. Cela peut entraîner la formation d'une **éruption pétéchiale** et de **lésions purpuriques** dues à la **thrombose** déclenchée par les méningocoques dans les microvaisseaux cutanés, conduisant à la **nécrose**, à une coagulation intravasculaire disséminée, à la défaillance des organes et au décès de ces patients malgré une thérapie antimicrobienne précoce. 7–12% des patients atteints d'IIM présentent à la fois un **choc septique** et une méningite, tandis que 18–33% ont des formes légères de la maladie sans choc ni méningite. 10 à 20% des survivants développent des séquelles à long terme et une morbidité permanente, notamment par amputation, atteinte neurologique, complications allergiques ou perte auditive. Le début de la maladie est généralement rapide et fulminant, et elle touche **surtout les enfants de moins de 2 ans** et les jeunes adultes.

- *Le purpura fulminans est un syndrome infectieux qui représente une forme extrêmement sévère de septicémie. Il provoque la coagulation du sang et une nécrose*

des tissus. Il est très souvent causé par une infection invasive à méningocoque et son issue est fatale s'il n'est pas pris en charge à temps.



Figure. The two top images illustrate the purpuric areas seen on upper limbs whilst patient was acutely unwell on intensive care. The bottom images show his right hand after demarcation of the necrotic tissue prior to wrist disarticulation.



- *Neisseria gonorrhoeae*

Neisseria gonorrhoeae provoque, chez l'homme, **la blennorragie**, familièrement appelée « chaude-pisse » en raison de sa symptomatologie bruyante. **L'urétrite antérieure aiguë** s'accompagne d'une dysurie douloureuse, d'un écoulement purulent au niveau du méat urétral dans 90 % des cas, d'une **méatite** et parfois d'une **balanite**.

Sans traitement, une guérison apparente survient en 15 jours à 6 mois. Des complications (infections ascendantes) sont alors possibles. Elles sont cependant moins fréquentes que chez les femmes, chez qui l'infection, en général asymptomatique, est moins souvent traitée. Les complications uro-génitales consistent en des **péri-urétrites, des prostatites ou des épидidymites**. La péri-urétrite, la plus fréquente des complications, peut conduire à la formation d'abcès, de fibrose urétrale évoluant vers la **sténose**. L'atteinte prostatite peut se traduire par une pollakiurie, des impériosités et une dysurie. Si elle n'est pas traitée, la prostatite peut évoluer vers l'abcédation.

Neisseria gonorrhoeae provoque, chez la femme, une **cervicite**, souvent cliniquement muette (dans 80 % des cas), avec urétrite concomitante dans 70 à 90 % des cas. La cervicite peut provoquer un **écoulement mucopurulent**, un saignement facilement inductible au niveau du col ou un œdème du col. Parfois des leucorrhées inodorantes éventuellement sanglantes, des dyspareunies et plus rarement des douleurs abdominales sont observées. La durée d'incubation est plus longue que chez l'homme : de huit à vingt jours.

▪ **Autres infections**

Infections ano-rectales, Infections pharyngées, Infections oculaires, Infections disséminées

- *Une méningite est une inflammation des méninges, les membranes qui protègent le cerveau et la moelle épinière. En général, les méningites sont des infections causées par un virus (le plus fréquemment) ou par une bactérie. Il existe également des méningites non infectieuses (<https://www.vidal.fr/>).*

3. Classe des gamma-*Proteobacteria*

La classe des *Gammaproteobacteria* constitue la plus grande classe des *Proteobacteria* et même des procaryotes, d'une extraordinaire variété de types physiologiques. Cette classe comprend des ordres bactériens parmi les plus connus tels que les *Enterobacterales*, les *Legionellales* et les *Pseudomonadales* impliquées dans la santé humaine.

Beaucoup de genres sont chimioorganotrophes et anaérobie facultatif tandis que qu'autres sont chimiolithotrophes. Certains membres de ce groupe sont photosynthétiques et utilisent le sulfure d'hydrogène (H₂S) comme donneur d'électrons (substrat donneur d'électrons).

La classe des *γ-Proteobacteria* compte actuellement 17 ordres reconnus par l'ICSP. Les *Pseudomonadales* est l'ordre type de cette classe.

Phylum. *Pseudomonadota*
Classe. *γ-Proteobacteria*
Ordre. *Acidiferrobacterales*
Aeromonadales
Alteromonadales
Arenicellales
Cardiobacterales
Cellvibrionales
Chromatiales
Enterobacterales
Immundisolibacterales
Legionellales
Lysobacterales
Methylococcales
Nevskiales
Oceanospirillales
Orbales
Pasteurellales
Pseudomonadales
Thiotrichales
"Candidatus
Comchoanobacterales"
[*Gammaproteobacteria*, not
assigned to order]
"Candidatus *Tethybacterales*"
"Vibrionales"

➤ L'ordre des *Pseudomonadales*

L'ordre des *Pseudomonadales* contient 3 familles validées et également 5 autres familles qui ne sont pas encore reconnues par ICNP. *Pseudomonas* est le genre type de cet ordre.

Phylum. *Pseudomonadota*
Classe. *γ-Proteobacteria*
Ordre. *Pseudomonadales*
Famille. *Moraxellaceae*
Pseudomonadaceae
Ventosimonadaceae
"Chlorobacteriaceae"
"Methanomnadaceae"
"Siderocapsaceae"
"Thiobacteriaceae"
"Thiorhodaceae"

✚ Famille des *Pseudomonadaceae*

Cette famille comprend actuellement 21 genres reconnus par ICNP dont sont listé dans le tableau. *Pseudomonas* est le genre type de cette famille.

➤ Le genre *Pseudomonas*

Le genre *Pseudomonas* compte actuellement 315 espèces reconnues par ICNP dont l'espèce type est *Pseudomonas aeruginosa*. Leur contenu en GC est entre 58–69% (Norberto et Palleroni.2015).

Les *Pseudomonas* sont des bâtonnets droits ou légèrement incurvés, mesurant 0,5-1 µm de large et 1,5-5 µm de long, aérobies strict, utilisent dans des cas le nitrate NO_3^- comme accepteur final d'électrons en leur permettant de se croître en anaérobiose, mobiles par un ou plusieurs flagelles polaires et rarement immobiles, catalase positive, oxydase positive ou négative, la majorité des espèces sont intolérant aux conditions acides (pH 4.5 ou), ne nécessite de facteurs de croissance, chimio-organotrophes. Quelques espèces sont chimiolithotrophes et utilisent H₂ ou CO comme source d'énergie.

De nombreuses espèces accumulent des granules de PHB (polyhydroxybutyrate). Certaines espèces fixent l'azote atmosphérique (diazotrophes).

Certaines espèces comme *Ps. fluorescens* sont fluorescentes. La fluorescence est produite par des pigments émis sous certaines conditions de croissance (déficience en fer), sous excitation ultra violette (milieu de King).

➤ Pouvoir pathogène

P. aeruginosa ou bacille pyocyanique entraîne des infections de blessures, brûlures et conduits urinaires. C'est l'agent du pus bleu.

Chez des individus immunodépressifs elle peut être la cause de diverses infections cutanées et viscérales voire même de septicémie. Elle comporte un risque particulièrement élevé d'infections nosocomiales.

P. fluorescens est responsable de la mort des embryons de nombreux oiseaux suite au trempage des œufs dans des solutions d'antiseptiques contaminés par des *P. fluorescens*. Cette espèce a également été incriminée dans les troubles respiratoires des dindes et des poulets (Bergsma et al., 2005).

Phylum. Pseudomonadota
Classe. γ-Proteobacteria
Ordre. Pseudomonadales
Famille.
Pseudomonadaceae
Genre. Atopomonas
Azomonas
Azorhizophilus
Azotobacter
Denitrificimonas
Entomomonas
Halopseudomonas
Mesophilobacter
Oblitimonas
Permianibacter
Pseudomonas
Rhizobacter
Rugamonas
Thiopseudomonas
Azomonotrichon
Chryseomonas
Flavimonas
Neopseudomonas
Parapseudomonas
Serpens
Stutzerimonas

P. chlororaphis biovar *Chlororaphis* a été isolé en culture pure de saumons amago (*Oncorhynchus masou rhodurus*) élevés au Japon. Les animaux malades présentent une distension de l'abdomen et des hémorragies superficielles (Hamdan et al., 1991 & Mavrodi et al., 2005).

P. syringae. Cette espèce compte au moins 37 pathovars capables d'infecter de multiples espèces de végétaux

- *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* : La bactériose du Soja anonyme, 2006).
- *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* : la bactériose à halo du haricot (anonyme, 2006).
- *Pseudomonas syringae* pv. *Tabaci* : Le feu bactérien du tabac (anonyme, 2006).

✚ Quelques souches **non pathogènes de *Pseudomonas*** sont utilisées en lutte biologique pour protéger certains fruits en antagoniste des microorganismes qui provoquent la pourriture. Plusieurs souches de *Pseudomonas* ont été appliquées sur des graines de céréales ou directement sur les sols pour concurrencer d'autres microbes et champignons pathogènes (Mazzola & White, 1994 & Gardan et al., 1992). - la souche *P. syringae* ESC-11 vendue sous le nom commercial BioSave TM 110 est utilisée pour protéger les poires et les pommes, après récolte. - la souche *P. syringae* ESC-10 vendue sous le nom de Bio Save TM 100 est utilisée pour contrôler la pourriture du citron récolté. (Hamdan, 1991 & Bergsma et al., 2005).

➤ L'ordre des *Legionellales*

L'ordre des *Legionellales* est constitué de 2 familles reconnues par ICNP. La première est celle des *Legionellaceae*, avec son seul genre *Legionella*. La seconde famille est celle des *Coxiellaceae* qui a trois genres: *Aquicella*, *Coxiella* et *Rickettsiella*. Les genres constituant les 2 familles sont validés par ICNP.

▪ La famille des *Legionellaceae*

Elle regroupe des bâtonnets de 0,3 à 0,9 micron de large et 2 à 20 microns ou plus de long, mobiles par un, deux ou plusieurs flagelles droits ou incurvés polaires ou latéraux, aérobies, exigent L-cystéine-HCl et sels de fer pour la croissance, oxydase négative ou très légèrement positive, liquéfient la gélatine, chimio-organotrophes utilisant les acides aminés comme sources de carbone et d'énergie.

Leur paroi cellulaire contenant des acides gras branchés, ne peut fermenter ni oxydés les sucres. Sont isolés des eaux douces, des boues, des vapeurs et des lacs pollués. Pathogènes pour l'homme. Ne croissent pas sur milieu standard (agar au sang ou agar nutritif) ; milieux complexes spéciaux. Produisent du PHB. Impliqués dans la pneumonie de l'homme appelée "

maladie du légionnaire " depuis l'incident survenu en 1977 à Philadelphie aux E.U. lors d'une réunion d'anciens combattants. D'autres souches occasionnent la " pneumonie de Pittsburg" (ville américaine, Pennsylvanie). ou la " fièvre de Pontiac "(ville américaine, Michigan).

ESPÈCES	SOURCES D'ISOLEMENT
<i>L. pneumophila</i> (14 sérogroupes)	tissu pulmonaire, circuit de refroidissement
<i>L. anisa</i>	pleurésie, eau chaude
<i>L. birminghamensis</i>	pneumonie
<i>L. bozemanii</i> (2 sérogroupes)	tissu pulmonaire
<i>L. cincinnatiensis</i>	pneumonie
<i>L. dumoffii</i>	pneumonie
<i>L. feeleii</i> (2 sérogroupes)	pneumonie
<i>L. hackeliae</i> (2 sérogroupes)	pneumonie
<i>L. jordanis</i>	biopsie pulmonaire, eau de rivière
<i>L. longbeachae</i> (2 sérogroupes)	aspiration transtrachéale, pneumonie
<i>L. maceachernii</i>	pneumonie, citerne d'eau potable
<i>L. micdadei</i>	sang, pneumonie
<i>L. oakridgensis</i>	pneumonie
<i>L. tucsonensis</i>	pneumonie
<i>L. wadsworthii</i>	pneumonie
<i>L. cherii</i>	citerne d'eau potable
<i>L. erythra</i>	circuits de refroidissement
<i>L. fairfieldensis</i>	circuit de refroidissement
<i>L. gormanii</i>	terre
<i>L. jamestowniensis</i>	terre humide
<i>L. parisiensis</i>	circuit de refroidissement
<i>L. rubrilucens</i>	eau du robinet
<i>L. sainthelensi</i>	fontaine
<i>L. spiritensis</i>	étang