

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
المدرسة العليا للأساتذة القبة القديمة (الجزائر)
قسم العلوم الطبيعية



دروس في علم الأحياء
الدقيقة العام

إعداد

سباو ناصر الدين

أستاذ

باجي بوبكر

زيتوني عبد الغني

أستاذ محاضر

أستاذ محاضر

فضاء العلوم الطبيعية

www.snvdz.com



الفهرس

6.....	مقدمة في علم الأحياء الدقيقة.....
6.....	I- بداية الميكروبيولوجيا.....
6.....	1- اكتشاف عالم الميكروبات.....
6.....	2- نظرية التوالد الذاتي.....
7.....	3- أهمية الكائنات الدقيقة.....
7.....	3.1- دور الكائنات الحية في التخمر.....
7.....	3.2- دور الكائنات الدقيقة في الأمراض.....
8.....	3.3- دور الكائنات الدقيقة في التربة.....
8.....	4- اكتشاف الفيروسات.....
9.....	II - الموقع التصنيفي للكائنات الدقيقة في العالم الحي.....
10.....	III- مقارنة بين خلية بدائية النواة وخلية حقيقية النواة.....
11.....	الفصل الأول.....
11.....	الأوليات.....
11.....	I- الأوليات بدائية النوى.....
11.....	1- فوج البكتيريا.....
11.....	1.1- البكتيريا الزرقاء.....
12.....	2.1- البكتيريا الهلامية.....
13.....	3.1- البكتيريا اللولبية.....
13.....	4.1- البكتيريا الحقيقية.....
14.....	1.4.1- البكتيريا الحقيقية الضوئية.....
14.....	2.4.1- البكتيريا الحقيقية غير الضوئية.....
15.....	3.4.1- البكتيريا الحقيقية ذات الزوائد.....
16.....	4.4.1- البكتيريا الحقيقية الخيطية.....
15.....	5.4.1- البكتيريا الحقيقية الهيفية.....
18.....	6.4.1- مجموعة الريكتسيا ، الكلاميديا و الميكوبلازما.....

20	2- فوج البكتيريا الأثرية.....
20	II - الأوليات حقيقيات النوى.....
20	1- الطحالب.....
21	2- الأوليات الحيوانية.....
21	3- الفطريات.....
22	1.3- الفطريات الطحلبية و الفطريات الزيغية.....
23	2.3- الفطريات الزقية.....
24	3.3- الفطريات البازيدية.....
24	4.3- الفطريات الناقصة.....
25	5.3- الخمائر.....
26	الفصل الثاني.....
26	ماكرومرفولوجيا وبنية الخلية البكتيرية.....
26	I- الصفات المظهرية.....
26	1- ماکرومرفولوجيا البكتيريا.....
26	1.1- على الوسط الصلب.....
27	2.1- على الوسط السائل.....
27	2- ميكرومرفولوجيا البكتيريا.....
27	1.2- الحجم.....
28	2.2- الشكل.....
28	II- بنية الخلية البكتيرية.....
29	1- الجدار الخلوي.....
29	1.1- التركيب الكيميائي للجدار.....
29	1.1.1- المكونات الأساسية.....
30	2.1.1- بنية البكتيريا ذات الغرام الموجب و ذات الغرام السالب.....
30	أ- صبغة غرام.....
32	ب- بنية جدار بكتيريا الموجبة الغرام.....

- 33.....ج- بنية جدار بكتيريا السالبة الغرام.....
- 34.....2.1- دور الجدار الخلوي.....
- 35.....2- الغشاء البلازمي.....
- 35.....1.2- إظهار الغشاء البلازمي.....
- 35.....2.2- بنية الغشاء البلازمي.....
- 25.....3.2- دور الغشاء البلازمي.....
- 36.....1.3.2- في التنظيم الأسموزي والاستقلابي.....
- 36.....2.3.2- في الأيض البنائي.....
- 36.....3.3.2- في التنفس.....
- 37.....4.3.2- في تضاعف الكروموزوم.....
- 37.....5.3.2- في التمثيل الضوئي.....
- 37.....3- السيتوبلازم.....
- 38.....1.3- الأحماض الريبية النووية ARN والأجسام الريبية.....
- 38.....2.3- المواد الادخارية.....
- 39.....4- الجهاز النووي.....
- 40.....1.4- تقنيات دراسة ADN.....
- 40.....2.4- التركيب الكيميائي وبنية ADN البكتيري.....
- 41.....3.4- الانقسام الخلوي عند البكتيريا.....
- 42.....5- الكبسولة.....
- 42.....1.5- إظهار الكبسولة.....
- 42.....2.5- التركيب الكيميائي.....
- 43.....3.5- دور الكبسول.....
- 43.....1.3.5- دور واقى.....
- 44.....2.3.5- دور في الأمراض.....
- 44.....3.3.5- دور في المناعة.....
- 44.....6- الأسواط.....

44.....	1.6- إظهار الحركة:
44.....	2.6- إظهار الاسواط.....
.....	3.6- توزيع الأسواط.....
45	
45.....	1.3.6- النمط القطبي
45.....	2.3.6- النمط المحيطي
46.....	4.6- البنية والتركيب الكيميائي للأسواط.....
47.....	5.6- كيفية اتصال السوط.....
47.....	6.6- دور الأسواط.....
48.....	7- زوائد البيلي
49.....	1.7- زوائد البيلي الاعتيادية
49.....	2.7- زوائد البيلي الجنسية
50.....	3.7- التركيب الكيميائي.....
50.....	8- أشكال المقاومة عند البكتيريا.....
50.....	1.8- البثرات.....
51.....	2.8- الأبواغ الداخلية.....
51.....	1.2.8- مرفولوجيا الأبواغ.....
51.....	2.2.8- بنية الأبواغ.....
52.....	3.2.8- التركيب الكيميائي للبوغه.....
53.....	4.2.8- دوافع التنوع.....
53.....	5.2.8- تشكل البوغه.....
54.....	6.2.8- خصائص البوغه.....
55.....	7.2.8- إنتاش البوغه.....

مقدمة في علم الأحياء الدقيقة

1- بداية الميكروبيولوجيا

1- اكتشاف عالم الميكروبات

أول من اكتشف عالم الميكروبات هو العالم الهولندي "فان ليفنهوك Van Leeuwenhoek" (1632-1723م)، وقد اكتشف هذا العالم الدقيق بفضل مجاهر بسيطة كان يصنعها، مكنته من ملاحظة صور يصل تكبيرها إلى أكثر من 300 مرة. معظم الكائنات الدقيقة وحيدة الخلية التي نعرفها اليوم (بكتيريا، أوليات حيوانية، طحالب، فطريات...) وصفها لأول مرة ليفنهوك بدقة بحيث كان من الممكن في بعض الحالات واستنادا لهذه الأوصاف، الوصول إلى تحديد الأجناس.

2- نظرية التوالد الذاتي "Génération spontanée"

بعد اكتشاف الميكروبات، تساءل العلماء عن أصلها و مصدرها وانقسم المهتمون بهذه الدراسة إلى مدرستين:

- المدرسة الأولى: تعتقد أن هذه الكائنات تتكون ذاتيا انطلاقا من المادة العضوية، فنشأت نظرية التوالد الذاتي.

- المدرسة الثانية (ومنها فان ليفنهوك): تؤكد أن الميكروبات لا تنشأ من المادة العضوية ولكن تستعملها للنمو فقط، وهذه الكائنات الدقيقة متواجدة في الهواء.

لأسباب تقنية، تعذر الحصول على دليل يثبت عدم صلاحية نظرية التوالد الذاتي وبقيت الفكرة مطروحة لمدة طويلة. فكان يجب انتظار أعمال باسستور Pasteur وتندال Tyndall، في القرن 19، كي يعترف العلماء بعدم صلاحية نظرية التوالد الذاتي، وبينت تجاربهم العديدة أنه لا يمكن لأي كائن دقيق أن ينشأ من المادة العضوية المعقمة والمعزولة عن الهواء وأن الميكروبات تنشأ بمجرد ملامسة المادة العضوية للهواء.

3- أهمية الكائنات الدقيقة

سمح اكتشاف الكائنات الدقيقة بتفسير الكثير من الظواهر التي كانت غامضة: أصل التخمر والأمراض وتحول المادة العضوية في التربة.

3.1- دور الكائنات الحية في التخمر

لقد اعتبر التخمر، الذي هو عملية ينتج عنها تشكل الكحول والأحماض العضوية، ظاهرة كيميائية محضة. لكن باسستور Pasteur أكد نظرية شوان Schwann ومساعديه التي تفيد بأن الخمائر Levures مسؤولة عن التخمر الكحولي والبكتيريا مسؤولة عن التخمر اللبني و البيوتيري. ولقد اكتشف باسستور الحياة اللاهوائية بدراسة التخمر البيوتيري، أي كشف عن وجود كائنات تنمو وتعيش في غياب O_2 .

3.2- دور الكائنات الدقيقة في الأمراض

كان للعالم كوخ Koch (1876م) الفضل الكبير في اكتشاف الأمراض. فلقد بين هو أولاً ثم باسستور Pasteur و جوبار Joubert ثانياً، أن الميكروبات هي السبب في بعض الأمراض عند الإنسان و الحيوان، الشيء الذي ساهم في تقدم دراسات البيكتيرتولوجيا الطبية Bactériologie médicale. في سنة

1882م، توصل علماء امريكيين الى ابراز دور الميكروبات في أمراض النبات. كل هذه الاكتشافات وجهت البحوث نحو دراسة الأجهزة المناعية والبحث عن اللقاحات، كما أدت إلى بلورة جانب آخر من العلوم، مرتبط بعلم الأحياء الدقيقة هو علم المناعة Immunologie. علوم أخرى مثل الفيزيولوجيا Physiologie ، البيوكيمياء Biochimie والوراثة Génétique ، أعطت الكثير لعلم الميكروبيولوجيا وساعدت على تقدمه.

3.3- دور الكائنات الدقيقة في التربة

من أهم أعمال باستور حول التخمر، تلك التي بينت الدور المميز للكائنات الدقيقة في تحويل المادة العضوية. عالمان آخران في الميكروبيولوجيا هما فينوقرادسكي Winogradsky و بيجرانك Beijerinck (1890 م) فكرا بان هذه الكائنات مسؤولة كذلك عن التحولات الجيوكيميائية Transformations géochimiques التي تحدث في التربة، وبيننا أن كمية قليلة من التربة يمكن أن تحتوي على ملايين من هذه الأحياء المجهرية، كما تعرض إلى تثبيت الأزوت الجوي N_2 من طرف بعض البكتيريا وتفكيك المواد الأزوتية المعقدة إلى نترات NO_3 . تعتبر هذه الأخيرة (NO_3) مصدر الأزوت الرئيسي للنباتات... كل هذه الوظائف تبين أهمية الكائنات الدقيقة في تخصيب التربة ونمو النباتات.

4- اكتشاف الفيروسات Virus

بين ايفانوفسكي Ivanowski (1892م) أن بعض الأمراض (موزايك أو فسيفساء التبغ Mosaïque du tabac) سببها وحدات معدية باستطاعتها المرور عبر المرشحات البكتيرية، وعلى هذا فان هذه الوحدات المعدية التي سميت الفيروسات هي أصغر حجما من كل الكائنات الدقيقة

المعروفة. وتبين فيما بعد أن هذه الفيروسات طفيليات إجبارية، متكونة من بعض البروتينات وأحد الحمضين النوويين (ADN أو ARN). تختلف الفيروسات اختلافا كبيرا في تركيبها ونموها عن الكائنات الخلوية المعروفة.

II - الموقع التصنيفي للكائنات الدقيقة في العالم الحي

أصبح تصنيف الكائنات المجهرية المكتشفة، مع الحيوان أو النبات، أمرا أكثر صعوبة حتى جاء عام 1866م واقترح العالم الألماني هيكل Haeckel حلا منطقيا يطلب فيه وضع مملكة ثالثة سماها مملكة الأوليات ثم وضعت مملكة رابعة تضم الفيروسات (كائنات ذات تركيب لا خلوي):

- المجموعة I : النباتات الوعائية والحزازيات.

- المجموعة II: الحيوانات.

- المجموعة III: الأوليات: الأوليات حقيقية النواة(الراقية) والاوليات بدائية النواة(الدنيا).

- المجموعة IV: الفيروسات: كائنات لا خلوية.

النباتات والحيوانات هي كائنات متعددة الخلايا، تمثل تمايزا خلويا مثل: الخلايا العصبية،

العضلية، الكلوية....هذه الخلايا ذات التمايز الكبير تشكل الأنسجة التي تكون بدورها الأعضاء.

تتميز الأوليات بتشكيل بيولوجي بدائي، أحادية أو متعددة الخلايا، تمثل دائما نفس الخلايا

المتمايزة و تنقسم الى قسمين:

- الأوليات بدائية النوى: تضم "البكتيريا" و"البكتيريا الأثرية".

- الأوليات حقيقية النوى: تضم "الطحالب"، "البروتوزوا" و"الفطريات".

III- مقارنة بين خلية بدائية النواة وخلية حقيقية النواة

نقدم في هذا الجدول مقارنة بين خلية بدائية النواة وخلية حقيقية النواة.

حقيقيات النوى	بدائيات النوى	
+	-	جهاز نووي:
متعدد	1	- غشاء نووي، هستونات
-	+	- كروموزوم (صبغيات)
خيطي	لا خيطي (بسيط)	- بلازميدات
كامل (البيضة)	جزئ	- الانقسام
المخصبة (Zygote)	Mérozygote	- إعادة الضم الجيني
		Recombinaison Génétique
+	-	الميتوكوندريا، الصانعات الخضراء، الشبكة
+	-	الاتدوبلازمية. جهاز كولجي، الأجسام الحالة، الفجوات.
80S	70S	الريبوزومات
		التنفس:
+	-	- البيتوكنديا
-	+	- الغشاء البلازمي والميزوزوم
		التركيب الضوئي:
+	-	- الصانعات الخضراء
-	+	- حوامل الأصبغة
البكتين، السللوز، اللغنين (النباتات)	الميورين (عدى الميكوبلازما والبكتيريا الأثرية)	التركيب الكيميائي للجدار
الكيتين (الفطريات)		الستيرول في الغشاء البلازمي (Stérols)
+	-	البلعمة Phagocytose
+	-	الحركة الأميبية Mouvement amoéboide

الفصل الأول: الأوليات

I - الأوليات بدائية النوى Protistes procaryotes

الأوليات بدائية النوى (الأوليات الدنيا): تنظيمها الخلوي بسيط جدا (Procaryote)، تنقسم إلى فوجين: فوج البكتيريا وفوج البكتيريا الاثرية.

1- فوج البكتيريا Bactéries

يضم هذا الفوج المجاميع البكتيرية التالية:

1.1- البكتيريا الزرقاء Cyanobactéries

تتميز البكتيريا الزرقاء بما يلي:

- القدرة على التمثيل الضوئي مثل النباتات.

- وجود جدار خارجي متماسك مكون من الميورين Muréine (mucopptide = peptidoglycane)

- حركة إنزلاقية على الأسطح الصلبة.

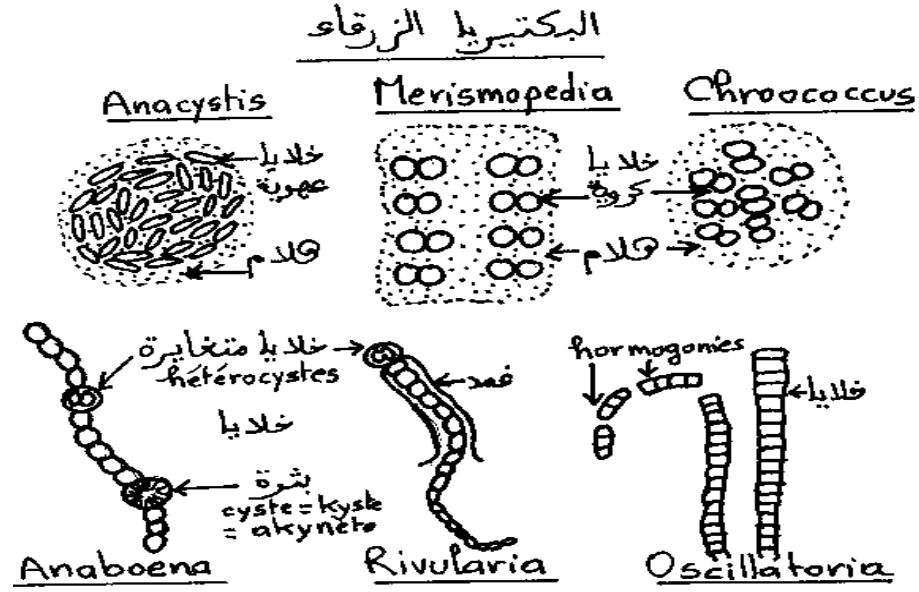
- وجود صبغة زرقاء: الفيكوسيانين Phycocyanine

صنف إلى:

- أحادية الخلايا و تتكاثر بواسطة الانقسام الثنائي ، مثل الأجناس: كرووكوكس *Chroococcus*

، مريسموبيديا *Merismopedia* و أناسيستس *Anacystis* .

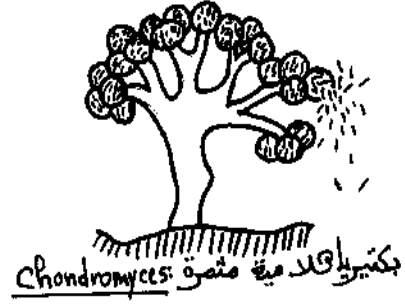
- متعددة الخلايا مثل الأجناس أوسيلاتوريا *Oscillatoria* ، ريفولاريا *Rivularia* ، أنباينا *Anabaena* و نستوك *Noctoc* . خيوطها رفيعة غير متفرعة و تتكاثر بواسطة تشكيلات قصيرة *Hormogonies* .
توجد البكتيريا الزرقاء في المحيطات، البحار، المياه العذبة، المياه الساخنة و التربة و يمكن لها أن تثبت الازوت الجوي وأن تنتشر في الأتربة الأكثر جفافا.



2.1- البكتيريا الهلامية Myxobactéries

تتميز البكتيريا الهلامية بما يلي:

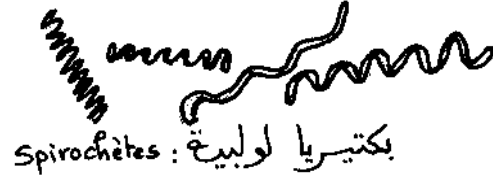
- حركات انزلاقية على الأسطح الصلبة.
- دقة ومرونة جدارها.
- وحيدة الخلية وبعضها يكون أجساما مثمرة.



3.1- البكتيريا اللولبية Spirochètes

تتميز بما يلي:

- شكل لولبي وهي وحيدة الخلية.
- حركة بواسطة خيط محوري متواجد داخل الجدار، يلتف هذا الخيط حول البكتيريا و تتم الحركة بتقلص هذا الخيط المحوري المثبت على طرفي البكتيريا.
- معظمها متطفلة و مسببة لأمراض مثل: حمى القمل أو القراد، السفلس، النزيف الدموي.



4.1- البكتيريا الحقيقية Eubactéries

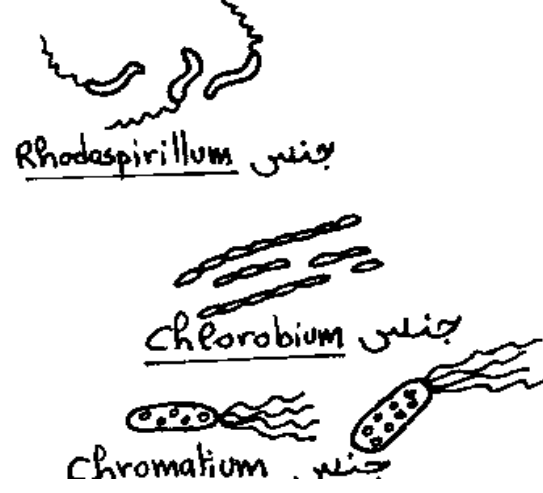
تتميز بما يلي:

- صلابة جدارها.
- حركتها (إن وجدت) عن طريق الأسواط.
- تنقسم إلى 5 مجموعات:

1.4.1- البكتيريا الحقيقية الضوئية Eubactéries photosynthétiques

تتميز بما يلي:

- وحيدة الخلية، معظمها لا هوائية، منتشرة في أعماق المياه.
- التركيب الضوئي: استعمال الإشعاعات الخارقة للطيف الضوئي (الحمراء وتحت الحمراء).
- تمتص CO_2 ولا تحرر O_2 (اختلاف مع النباتات).
- وجود اليخضور البكتيري bacteriochlorophylle في أجهزة خاصة: حوامل الأصبغة chromatophores.



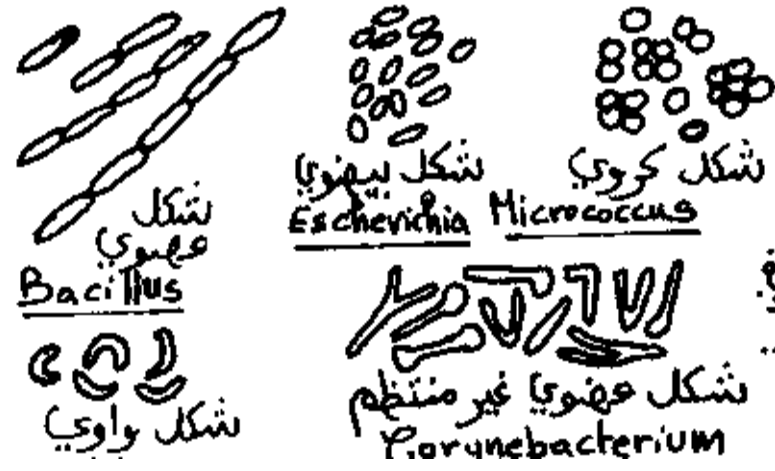
2.4.1- البكتيريا الحقيقية غير الضوئية Eubactéries non photosynthétiques

تتميز بما يلي:

- وحيدة الخلية و هي أكثر البكتيريا عددا وأهمية في كل مجالات الميكروبيولوجيا.
- بعضها يشارك في التحولات الدورية للمادة العضوية: دورة الكربون، الأزوت، الكبريت،...مثل: عائلة Azotobacteraceae او بكتيريا الأزوت التي تثبت الأزوت الجوي.

- بعضها يتسبب في أمراض معدية: مثل عائلة *Enterobacteriaceae* او البكتيريا المعوية.

- بعضها يستعمل في الصناعة: إنتاج انزيمات، فيتامينات، مضادات حيوية....



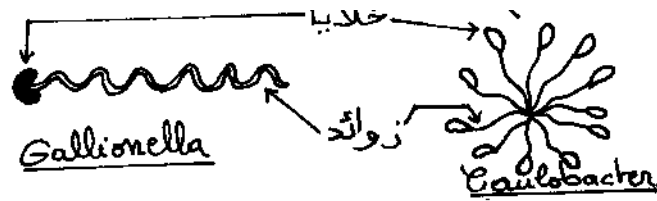
3.4.1- البكتيريا الحقيقية ذات الزوائد Eubactéries à pédoncules

تتميز بما يلي:

- وحيدة الخلية، تشكل زوائد.

مثال 1: كولوباكتر *Caulobacter* : خلية محدبة لها زائدة تسمح لها بالالتصت، أحيانا لها شكل إكليل.

مثال 2: غالونيلا *Gallionella* : خلية كلوية تنتج زائدة عن مواد إفرازية غير خلوية.



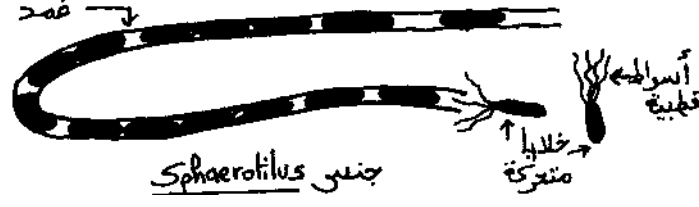
4.4.1 - البكتيريا الحقيقية الخيطية Eubactéries filamenteuses

تتميز بما يلي:

- تشكل خيوط غير متفرعة و توجد حواجز غير مرئية بين الخلايا. تتميز فيها فوجين:

1- بكتيريا تشكل سلاسل مغلقة بغلاف تتحرك بواسطة أسواط قطبية.

2- بكتيريا تشكل خيوط قطرها عريض متحركة بواسطة أسواط محيطية.



5.4.1 - البكتيريا الحقيقية الهيفية Actinomycètes

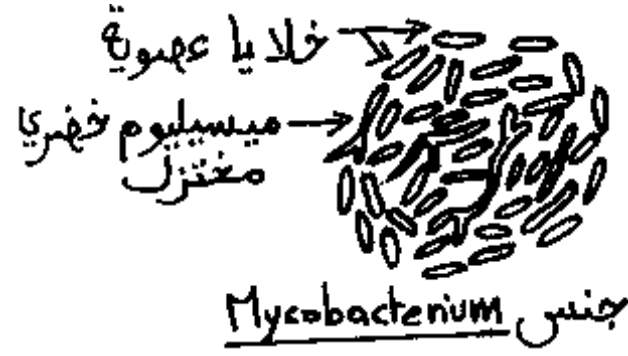
تقريبها بعض الصفات من الفطريات، خاصة الميكروموفولوجية مثل البنية الهيفية و دورة

النمو. يمكن ذكر الأمثلة التالية:

(1) جنس ميكوباكتريوم *Mycobacterium* و هو الأقل تطورا، يكون على شكل عصيات، يحوي

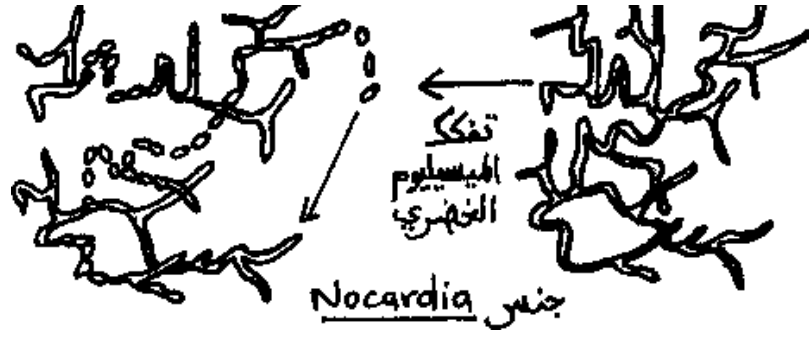
ميسيليوما مختزلا، توجد منه عدة أنواع ممرضة للإنسان مثل *Mycobacterium tuberculosis* التي

تسبب مرض السل و *Mycobacterium leprae* التي تسبب البرص (الجذام).



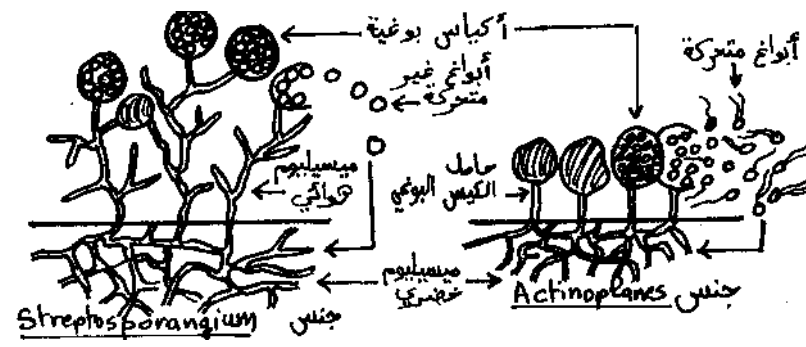
2) جنس نوCARDIA الذي يتميز بإنتاج ميسيليوم خضري يتفكك إلى مكونات كروية وعصوية (تفكك جزئي).

بعض الأنواع تنتج ميسيليوما هوائيا مختزلا.



3) أجناس *Streptosporangium* و *Actinoplanes* التي تنتج ميسيليوما متفرعا، غير مفكك و يحمل أكياس بوغية.

جنس أكتينوبلاناس *Actinoplanes* يحوي ميسيليوما خضريا و أكياسا بوغية. الأبواغ متحركة (تكييف للحياة المائية).



جنس سترپتوسبورانجيوم *Streptosporangium* لديه ميسيليوم خضري و ميسيليوم هوائي يحمل أكياسا فيه أبواغا غير متحركة (في التربة).

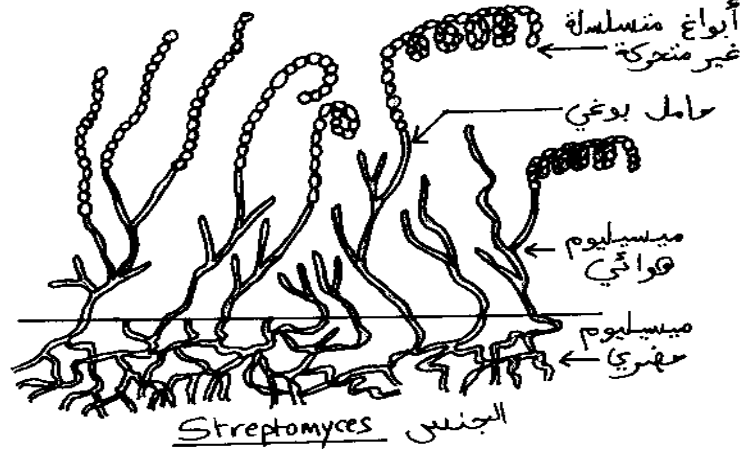
(4) جنس سترپتومييساس *Streptomyces* الذي يتميز بما يلي:

- ميسيليوم خضري غير مفكك، متفرع

- أبواغ متسلسلة غير متحركة في الميسيليوم الهوائي.

يمثل الجنس *Streptomyces* المجموعة الأكثر أهمية من بين الكائنات الدقيقة من حيث إنتاج

المضادات الحيوية مثل: السترپتومييسين Streptomycine



6.4.1- مجموعة الريكتسيا Rickettsies ، الكلاميديا Chlamydies و الميكوبلازما Mycoplasmas

تتميز هذه المجموعة بما يلي:

- دقة حجمها (أصغر ب 3 إلى 5 مرات من البكتيريا الأخرى).

- التطفل الإجباري: الريكتسيات و الكلاميديا طفيليات إجبارية.

- غياب الجدار الميوريني عند الميكوبلازما.

- الريكتسيا Rickettsias

شكلها عصوي 2- 0.8 × 0.6 - 0.3 ميكرون. تتطفل على مفصليات الأرجل الناقلة للأمراض

خطيرة قد تصيب الحيوان و الإنسان. تتميز فيها ثلاث مجموعات:

- المجموعة المسببة للتيفوس.

- المجموعة المسببة للحمى.

- المجموعة التي تصيب كريات الدم الحمراء للفقريات.

- الكلاميديا Chlamydies

شكلها كروي 1.5- 0.2 ميكرون (أو متعدد الأشكال). تقترب من الريكتسيا في خصائصها

لكنها لا تتطفل إلا على الفقريات. يعتمد في تصنيفها على قدرتها المرضية. تتميز فيها مجموعتين:

- مجموعة مسؤولة عن التهاب القصبات و الرئة.

- مجموعة مسؤولة عن التهاب الملتحمة والرماد الحبيبي (التراكوما).

- الميكوبلازما Mycoplasmas

شكلها كروي (قطر يتراوح بين 0.3 و 0.8 ميكرون) أو خيطي. هي البكتيريا الوحيدة التي لا

تملك جدارا ميورينيا، و هي متطفلة على الإنسان، الحيوانات والحشرات وتصيب المجاري التنفسية،

لكنها ليست طفيليات إجبارية.

2- فوج البكتيريا الأثرية Archaeobactéries

تعتبر البكتيريا الأثرية أولى الكائنات التي ظهرت على الأرض. تختلف عن البكتيريا في تركيب

الجدار، في الغشاء البلازمي، في ARN الرسول و في اصطناع البروتين. تضم 3 مجموعات:

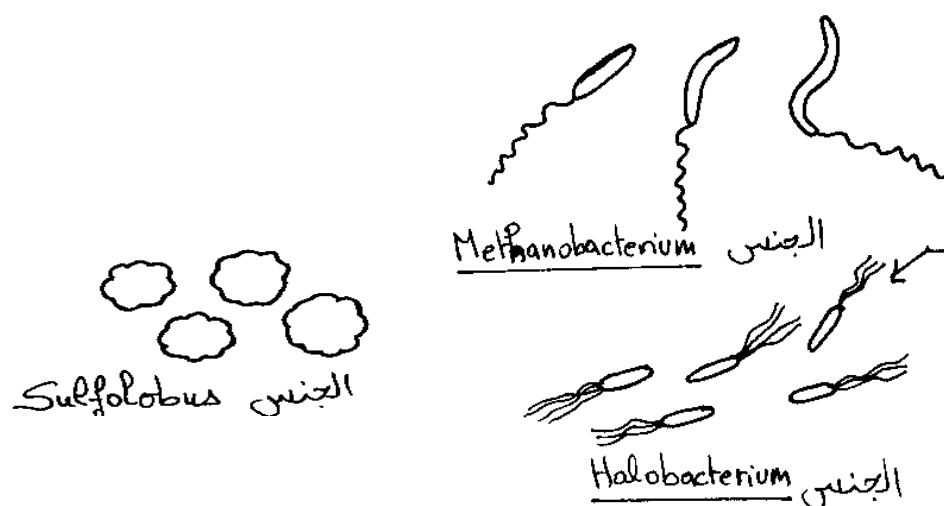
- البكتيريا الأثرية المنتجة للميثان Productrices de méthane

- البكتيريا الأثرية المحبة للملوحة Halophiles. نمو بوجود تركيز 15- -35 بالمائة من كلوريد

الصوديوم NaCl .

- البكتيريا الأثرية الحامضية المحبة للحرارة Thermo-acidophiles. تنمو في 40 الى 100 درجة

مئوية و pH من 1 إلى 4.



II - الأوليات حقيقية النوى Protistes eucaryotes

تضم الأوليات حقيقية النوى الطحالب، الأوليات الحيوانية (البروتوزوا) والفطريات.

1- الطحالب Algues

تتميز بما يلي:

- أحجام مختلفة: مجهرية (المشطورات) أو عدة أمتار طولا.
 - الجدار السيليلوزي غالبا.
 - المواد الادخارية عموما هي النشاء.
 - تقوم كلها بالتمثيل الضوئي (البلاستيدات).
 - تتكاثر جنسيا أو لاجنسيا. دورة بيولوجية معقدة جدا أحيانا.
- يرتكز تصنيفها أساسا على جهاز الأصبغة، التكاثر، تركيب الجدار الخلوي، طبيعة المواد الادخارية وعدد الاسواط.
- ملاحظة : يرجى العودة الى دروس وحدة علم النبات.

2- الأوليات الحيوانية Protozoaires

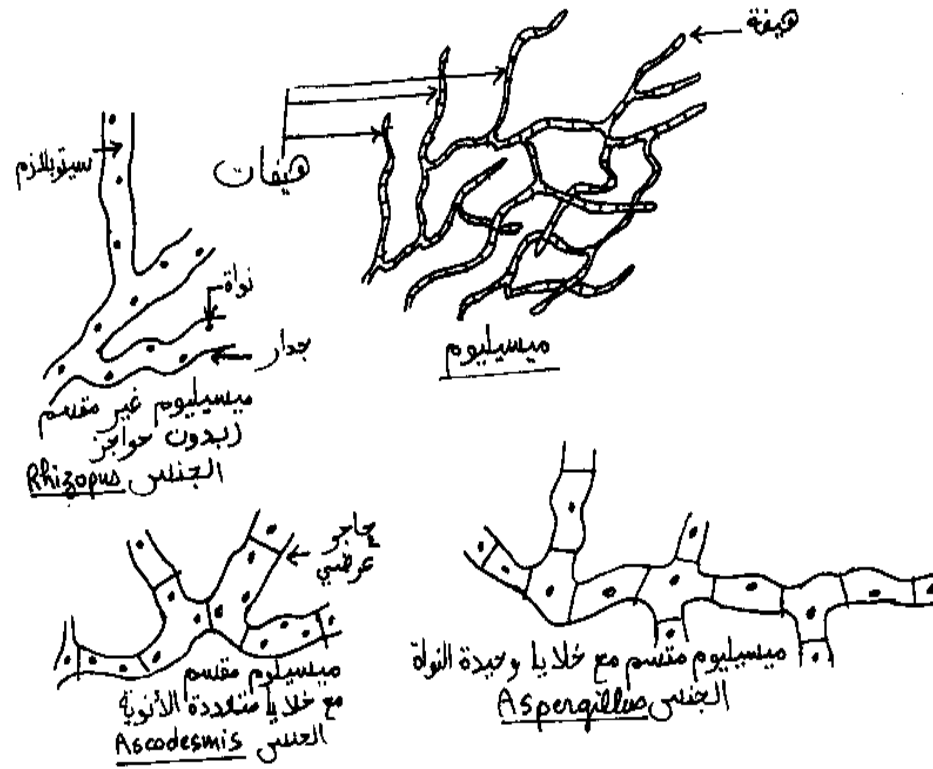
- تمثل الأشكال الحيوانية الأولى . معظمها مائية، بعضها بري وبعضها الآخر متطفل. وحيدة الخلية، معظمها متحركة. متغيرة في شكلها، في حجمها، في بنيتها وفي وظيفتها. يعتمد تصنيفها على الجهاز الحركي.
- ملاحظة : يرجى العودة الى دروس وحدة علم الطفيليات.

3- الفطريات Champignons

- تتميز الفطريات بما يلي:
- انعدام الأصبغة الخضراء فهي لا تقوم بالتمثيل الضوئي.
 - بنية هيفية غير متحركة. تتكون من خيوط متفرعة تعرف بالهيفات Hyphes وتسمى ميسيليوم Mycélium.

- تتركب الهيفات من أنابيب مقاومة مكونة أساسا من الكيتين Chitine. يوجد داخل هذه الأنابيب كتلة سيتوبلازمية متحركة، تحتوي على العديد من الأنوية (مدمج خلوي Syncytium).
- توجد لدى العديد من الأنواع و في الهيفات، حواجز عرضية، لكن الخلايا متصلة ببعضها بواسطة ثقب مركزي.

- التكاثر الجنسي أو لا جنسي أو الاثنان معا في كل دورة تكاثرية.



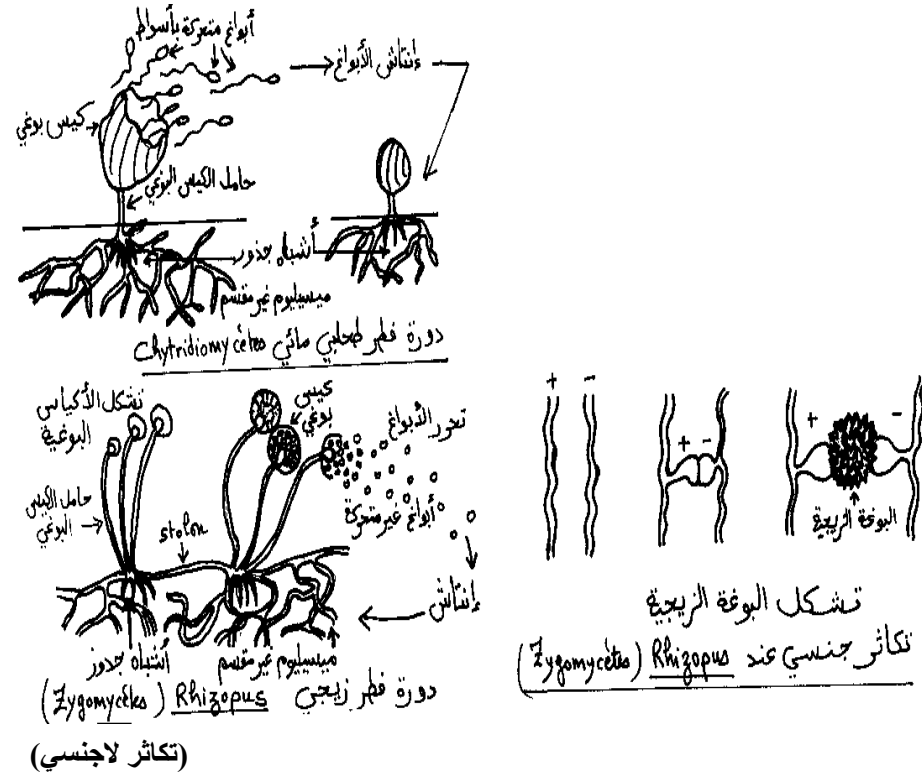
يعتمد تصنيف الفطريات على البنية الهيفية والتكاثر و تصنف الى ما يلي:

1.3- الفطريات الطحلبية و الفطريات الزيجية

تضم فطريات تتميز بما يلي:

- تنظيم مدمج خلوي نموذجي وميسيليوم بدون حواجز (انبوبي).

- يمكن أن تكون مائية مع تشكل بوغة متحركة (الفطريات الطحلبية Chytridiomycètes)
- يمكن أن تكون برية مع تشكيل بوغة زيجية (الفطريات الزيجية Zygomycètes)
- التكاثر جنسي أو لا جنسي.



2.3- الفطريات الزقية Ascomycètes

تتميز هذه الفطريات بما يلي:

- ميسيليوم مقسم بجواجز.
 - يتم تشكل الأبواغ داخل أكياس تسمى "الزق" Asque.
 - التكاثر جنسي أو لاجنسي.
- ملاحظة: يرجى العودة الى دروس وحدة علم النبات.

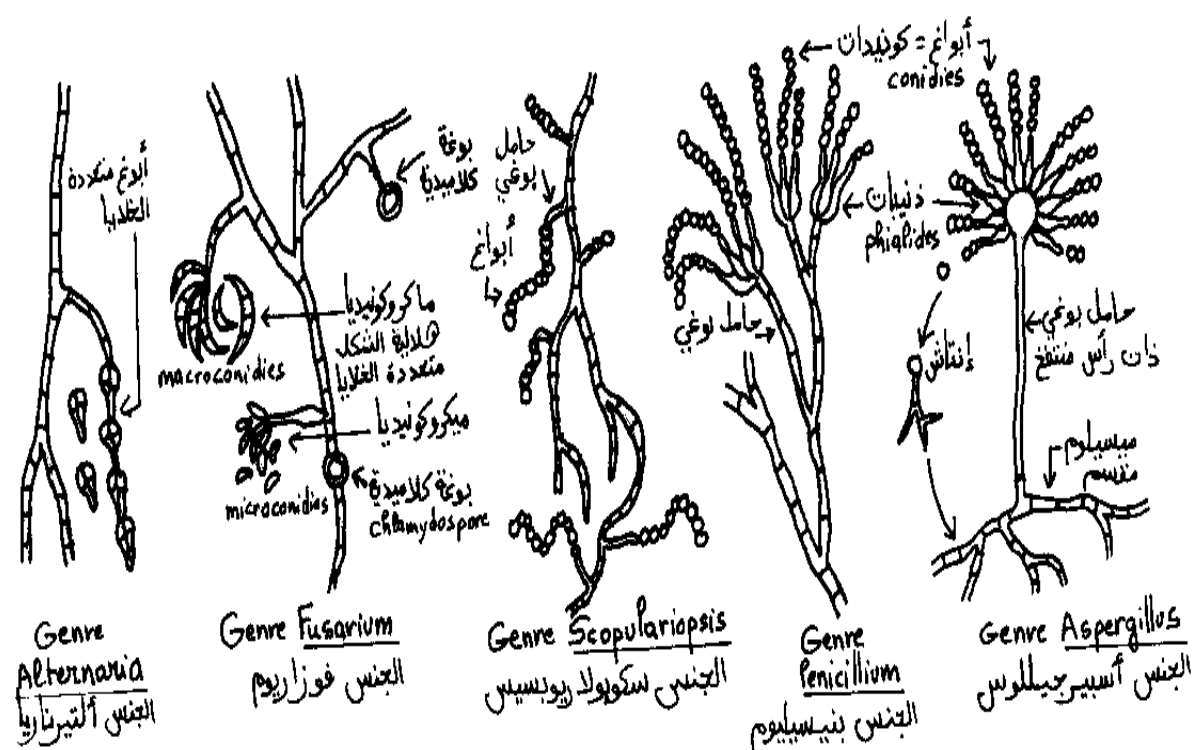
3.3- الفطريات البازيدية Basidiomycètes

تتميز بميسيليوم مقسم بحواجز وتوضع الأبواغ على أطراف التفرعات الهيغية تسمى البازيدات مثل الفطريات ذات القبعة. تتشكل هذه الأبواغ خارجي على خلاف الفطريات الزقية. (يرجى العودة الى دروس وحدة علم النبات).

4.3- الفطريات الناقصة Deutéromycètes

تتميز بميسيليوم مقسم وتكاثر جنسي غير موجود أو غير معروف. حظيت هذه المجموعة بقدر كبير من الدراسات في الميكروبيولوجيا لأنها تضم أنواعا ممرضة بالنسبة للإنسان والحيوان وكذلك من أجل قدرتها على إنتاج المضادات الحيوية مثل: البنيسيلين Pénicilline الذي ينتجه النوعان

Penicillium chrysogenum و *Penicillium notatum*.



5.3- الخمائر Levures

تعتبر الخمائر كمجموعة من الكائنات الدقيقة، تنتمي الى الطوائف الثلاث التالية: الفطريات

الزقية، البازيدية و الناقضة.

فقدت الخمائر تنظيمها المدمجي وأصبحت وحيدة الخلية: غياب الميسيليوم (أحيانا وجود شبه

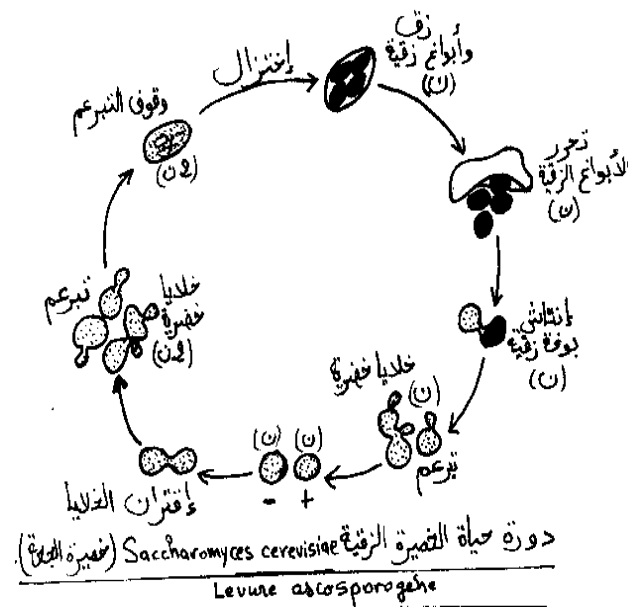
ميسيليوم). تتكاثر جنسيا أولا جنسيا. يتم التكاثر اللاجنسي خاصة عن طريق التبرعم

Bourgeonnement، و يكون عند بعض الأجناس بالانقسام النصفى. تصنف الخمائر حسب طريقة

تكاثرها. مثل: الخمائر التي تنتمي الى الفطريات الزقية Levures ascoporogènes تكاثرها جنسي

(الزق) و لا جنسي بالتبرعم مثل خميرة الجعة *Saccharomyces cerevisiae* و بالانقسام النصفى مثل

. *Schizosaccharomyces*



الفصل الثاني

ماكرومرفولوجيا وبنية الخلية البكتيرية

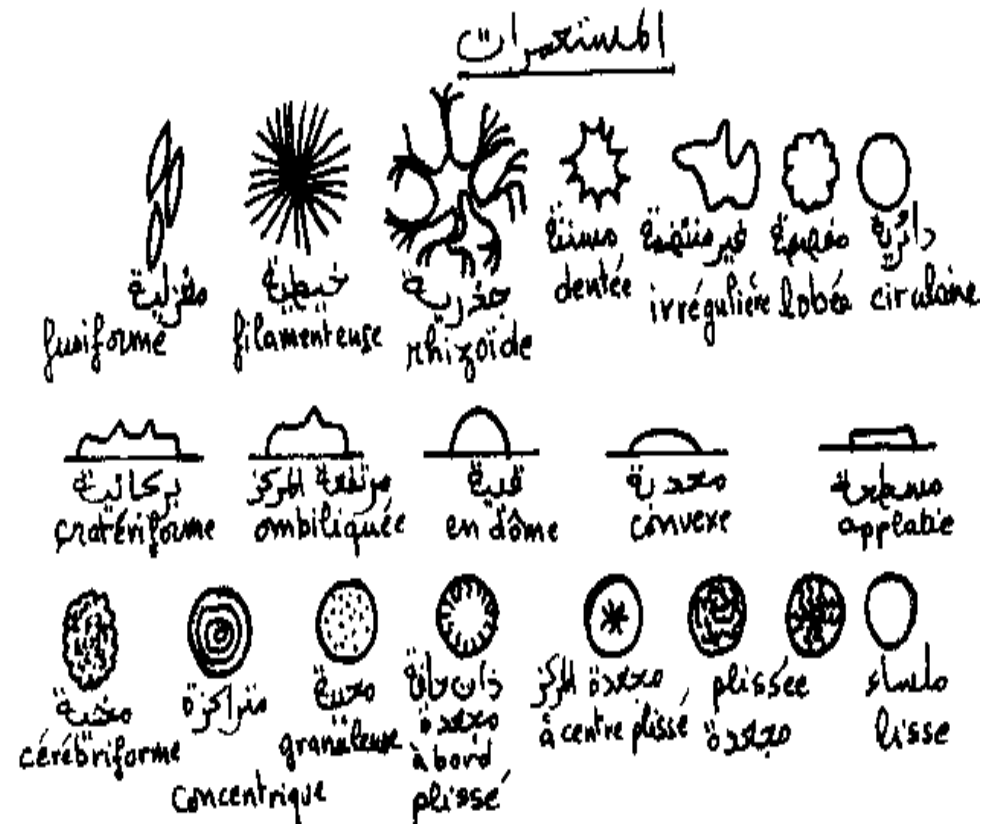
1- الصفات المظهرية

1-1- ماكرومرفولوجيا البكتيريا

1.1- على الوسط الصلب

توجد عدة أشكال و مظاهر مختلفة و ألوان متنوعة للمستعمرات البكتيرية على الاوساط الصلبة،

فمنها التي تفرز أصبغة منتشرة على الوسط الغذائي،



2.1- على الوسط السائل

تتميز بعض البكتيريا تعكر متجانس، غشاء على السطح أو راسب في قاع الوسط السائل....

2- ميكرومرفولوجيا البكتيريا

1.2- الحجم

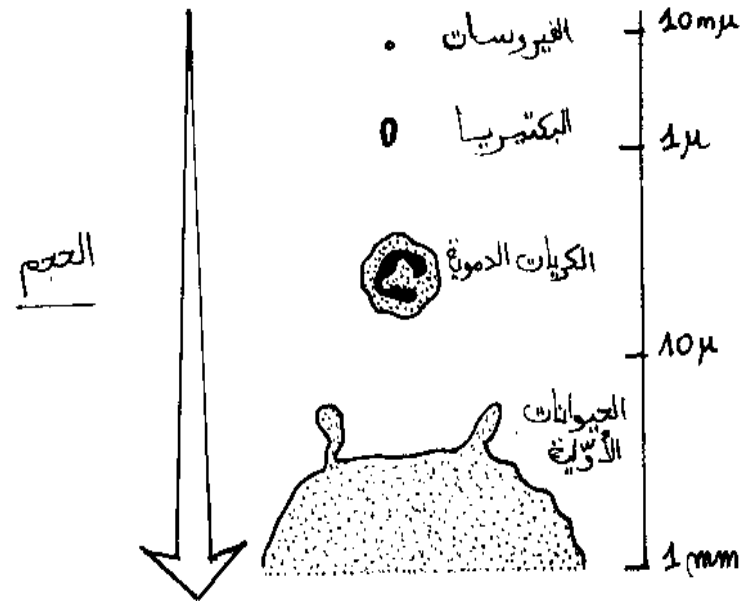
لمعظم البكتيريا طول يتراوح ما بين 1 و 5 ميكرون و عرض يتراوح ما بين 0.5 إلى 2

مكرون. لكنه توجد بعض الحالات الاستثنائية مثل:

- الميكروبلازما و الكلاميديا: 0.20 إلى 0.25 ميكرون.

- البكتيريا اللولبية: 15 إلى 30 أو أحيانا أكثر من 250 ميكرون (الجنس *Spirochaeta*).

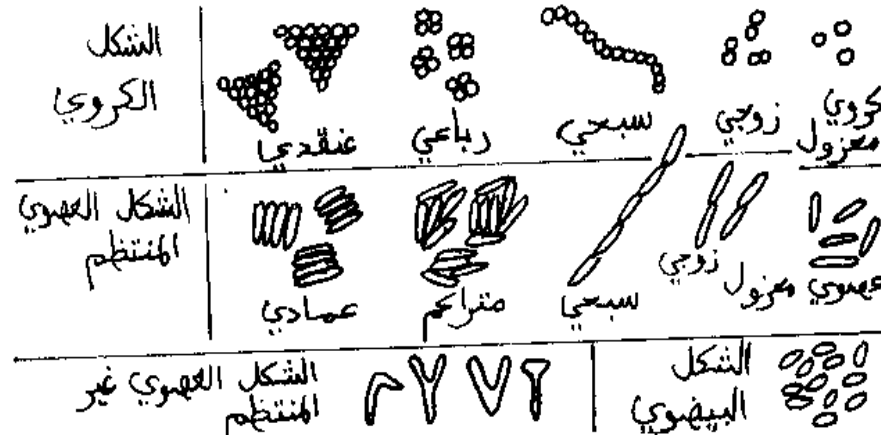
- أكبر بكتيريا معروفة هي *Epulopiscum fishelsonii* أكثر من 600 ميكرون.



2.2 - الشكل

الشكل جد متغير: خلايا كروية، عصوية، بيضوية، مغزلية، واوية، لولبية، على شكل الحرف

.... Y, T, V

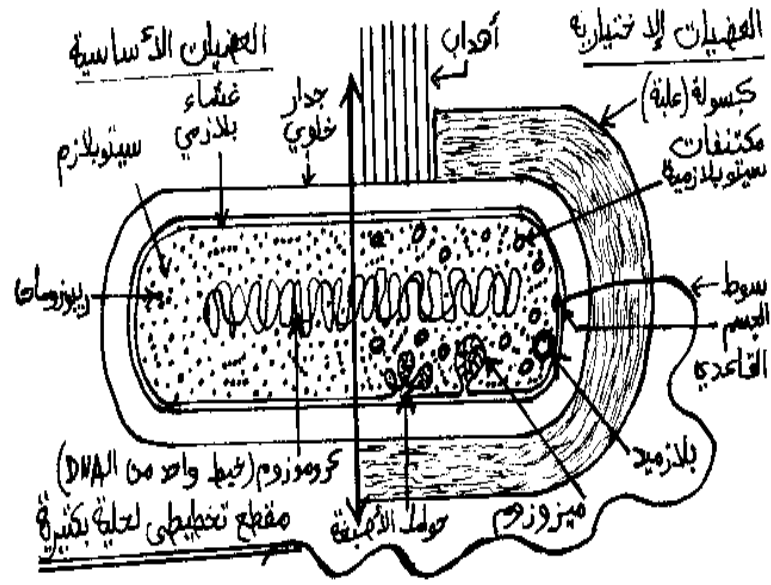


II - بنية الخلية البكتيرية

تتكون الخلية البكتيرية من عضيات أساسية و عضيات اختيارية. العضيات الأساسية هي الجدار، الغشاء البلازمي، السيتوبلازم، الكروموزوم والريبوزومات. أما العضيات الاختيارية فهي الكبسولة، الأهداب، الأسواط، حوامل الأصبغة و المكتنفات السيتوبلازمية.

1- الجدار الخلوي

يمثل الجدار من 15 إلى 30 من الوزن البكتيري الجاف. له دور واقفي ويعطي الشكل المميز للخلية. تسمح مقاومته بالحفاظ على ضغط أسموزي داخلي أعلى من الوسط الخارجي، و ترجع متانته وتماسكه إلى تركيبته الكيماوية.

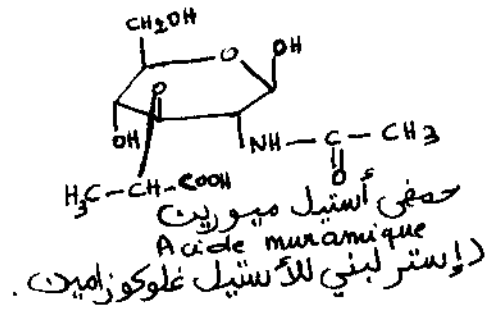
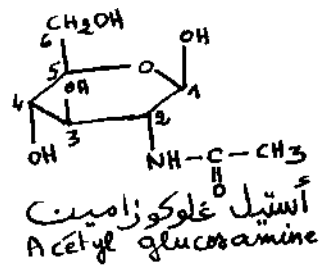


1.1 التركيب الكيميائي للجدار

1.1.1- المكونات الأساسية

العنصر الأساسي المكون للجدار هو تركيب معقد يسمى الميورين muréine أو peptidoglycane أو mucocomplexe ، مكون من سلاسل عديدة لسكريات أمينية: الأستيل غلوكوزامين والحمض أستيل ميوراميك: يرتبط هذا الأخير أحيانا بسلاسل ببتيدية صغيرة مكونة من أربع أحماض أمينية: 2 ألانين (L ala،D ala) ، حمض الغلوتاميك وحمض ثنائي امينوبيميليك Diaminopimélique ، أو أحيانا الليزين .Lysine

توجد هذه المكونات الأساسية عند كل البكتيريا . لكن يمكن للجدار أن يحتوي على مركبات أخرى مختلفة حسب الانواع (سكريات: غلوكوز، غلاكتوز، رامنوز، أرابينوز، كزيلوز، أحماض أمينية أخرى وبعض الدهون.... الخ).



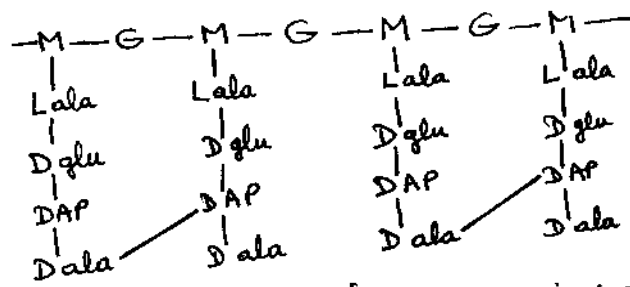
2.1.1- بنية البكتيريا ذات الغرام الموجب و ذات الغرام السالب

قبل أن يتم تحديد بنية معقد الميورين، ضبط الطبيب الدنماركي غرام (في سنة 1884م)

طريقة لصبغ البكتيريا، سميت بصبغة غرام. فلاحظ أنه يمكن تقسيم البكتيريا إلى قسمين كبيرين:

- بكتيريا موجبة الغرام فهي تتلون بصبغة غرام.

- بكتيريا سالبة الغرام فهي لا تتلون بصبغة الغرام.



M = حمض ميورين . G = أستيل غلوكوزامين .
DAP = حمض ديامينوبيميلايك . Ala = ألانين . Glu = حمض غلوتاميك .

أ- صبغة غرام Coloration de Gram

في البداية يتم تحضير مسحة بكتيرية على شريحة و يتم تثبيتها بالحرارة فمعاملتها بالملونات التالية:

أولاً: التلوين بينفسجي جانسيان Violet de Gentiane أو البنفسجي البلوري (VG) Violet cristal: هذا ملون ابتدائي قاعدي، كل البكتيريا تبدو بنفسجية.

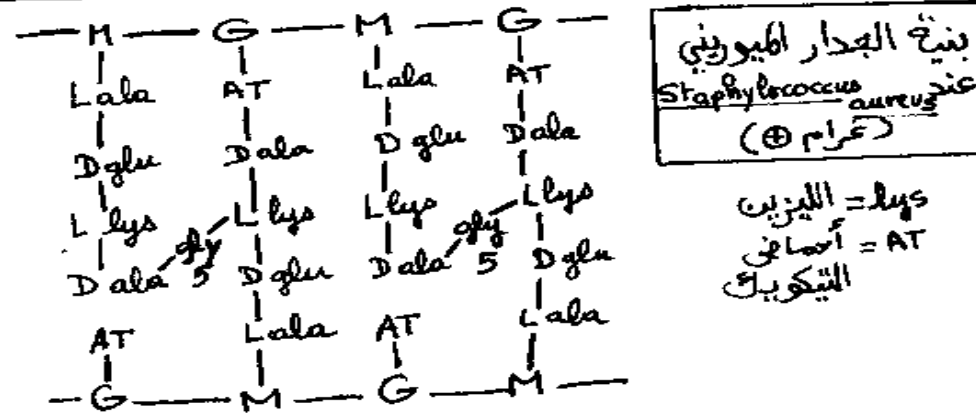
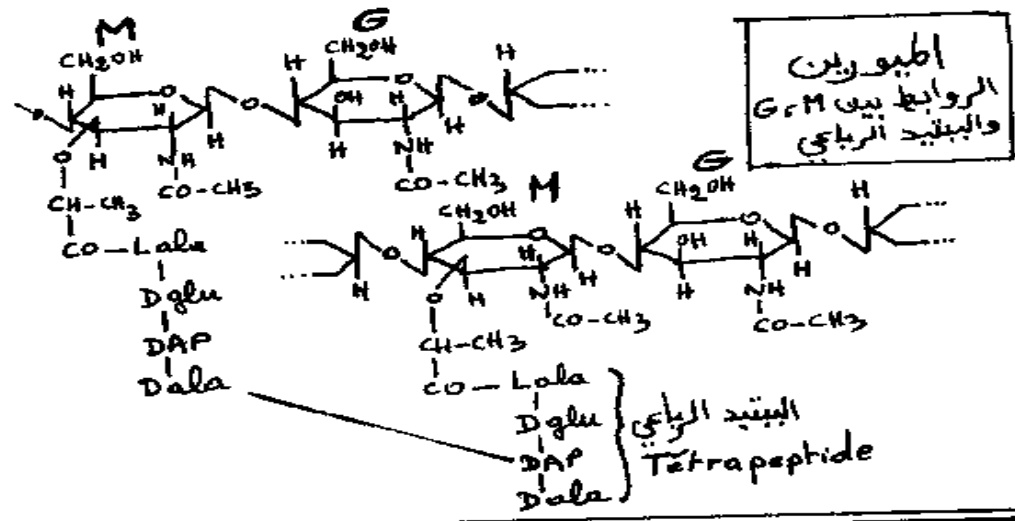
ثانياً: تعالج البكتيريا بمحلول لوغول Lugol (IK+I) "المثبت" يقوم بتثبيت (VG) داخل الخلية مشكلاً بذلك معقد "اليود-VG".

ثالثاً: يستعمل الكحول (أو الأستون) كمادة التمييز: ينفذ داخل الخلايا السالبة الغرام ويزيل اللون البنفسجي من هذه البكتيريا محلاً بذلك معقد "اليود-VG". بينما يكون دخول الكحول في البكتيريا الموجبة الغرام أمراً صعباً، ولا يمكنه إزالة اللون فتبقى البكتيريا بنفسجية اللون.

رابعاً: لإظهار الفرق بين النوعين من البكتيريا، يضاف ملون التضاد و هو ملون حامضي: الفوشين Fuschine أو السفرانين Safranine حيث يلون البكتيريا السالبة الغرام (غ-) باللون الوردى، بينما تبقى البكتيريا الموجبة الغرام (غ+) بنفسجية اللون.

ملاحظة: في هذه الصبغة، ليس الجدار الذي يتلون وإنما السيتوبلازم. تسمح صبغة غرام

بإظهار الفرق في بنية الجدار بين البكتيريا غ- و غ+.



ب- بنية جدار بكتيريا الموجبة الغرام.

الجدار السميك، يتراوح سمكه بين 30 و 300 نانومتر ويعطي مظهرا متجانسا في المجهر

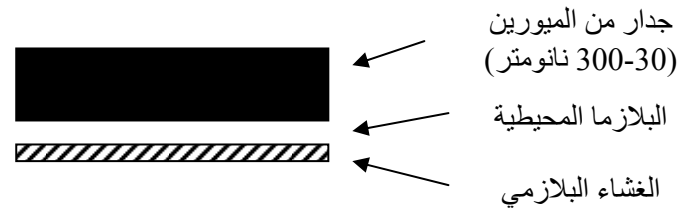
الالكتروني و يتكون من:

- الميورين.

- أحماض التيكويك acides teichoiques و سكريات متعددة وفوسفاتية مثل:

Polyglycérol phosphate و Polyribitol phosphate المرتبطة أحيانا بالغلوكوز. ترتبط الميورين

بأحماض التيكويك ارتباطا وثيقا، مشكلة بنية كثيفة و متجانسة.



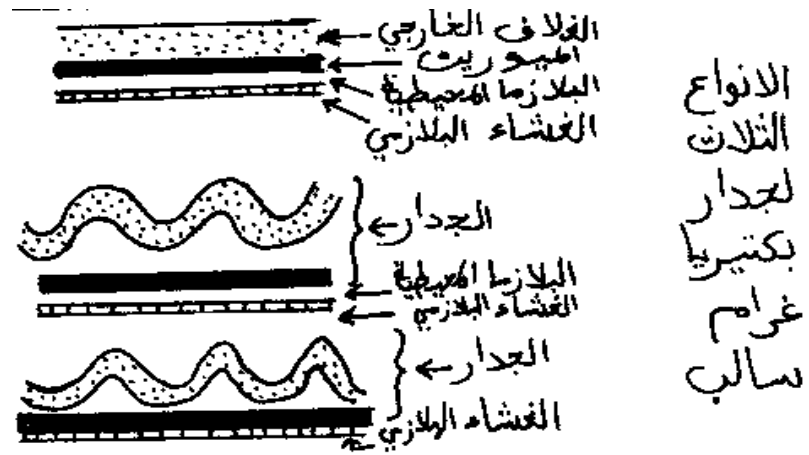
جدار بكتيريا غرام موجب

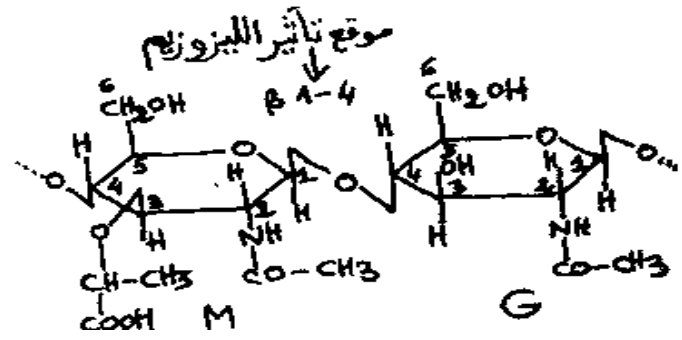
ج- بنية جدار بكتيريا السالبة الغرام

يكون الجدار صغير السمك (من 20 إلى 30 نانومتر). يظهر بنية طبقية تتميز بغلاف خارجي مرن مكون من دهون، بروتينات دهنية، سكريات دهنية ودهون فسفورية. توجد طبقة رقيقة ومتماسكة تحت الغلاف، مكونة من الميورين (من 3 إلى 15 نانومتر) بدون أحماض التيكويك. يتغير ارتباط هذه الطبقات حسب المجموعات البكتيرية.

عند البكتيريا ذات الجدار المرن مثل البكتيريا اللولبية (Spirochètes) يتوضع الخيط المحوري

ما بين الغلاف الخارجي والميورين.

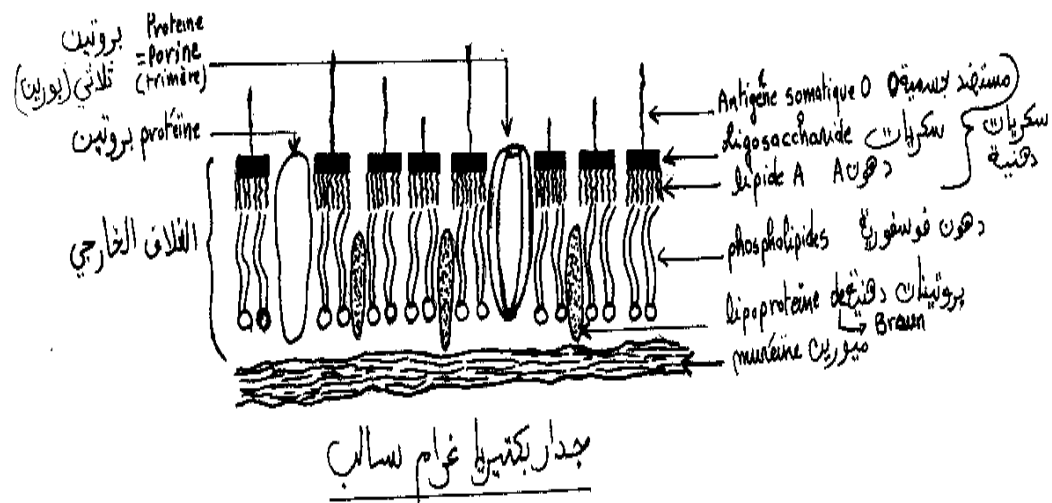




2.1- دور الجدار الخلوي

يتميز الجدار بتماسكه و يعطي للبكتيريا شكلها المميز. له دور واقى و له مقاومة تسمح للبكتيريا بالحفاظ على ضغط أسموزي أعلى بكثير من الوسط الخارجي مما يؤدي الى عدم انفجار البكتيريا. كما للجدار دور في تحديد بنية المستضد Structure antigénique.

عند البكتيريا غ +، تكون سكريات الميورين وأحماض التيكويك هي المسؤولة عن الخصائص المستضدية Caractères antigéniques. أما عند البكتيريا غ - فالجدار يملك "مستضدات جسمية 0" Antigènes somatiques 0 والتي هي أصلا السكريات الموجودة في الغلاف الخارجي .



2 - الغشاء البلازمي

1.2- إظهار الغشاء البلازمي: يكمن إظهار الغشاء البلازمي بطريقتين:

- طريقة الانكماش في وسط عالي التركيز.

- طريقة تشكل البروتوبلاست. تنفجر هذه الأخيرة في وسط منخفض التركيز فتنحصر على أجزاء

الغشاء البلازمي باستعمال الطرد المركزي التمايزي. باستعمال المجهر الإلكتروني يمكن ملاحظة

الاعشبية.

2.2- بنية الغشاء البلازمي

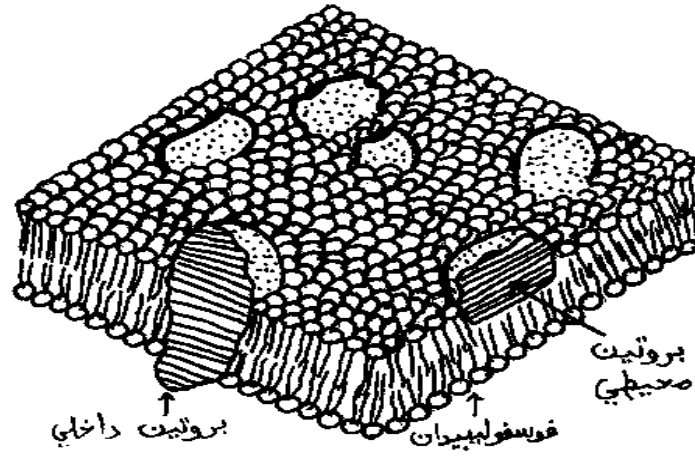
يتراوح سمك الغشاء البلازمي بين 5 و 10 نانومتر ويتكون من 60 إلى 70 بالمائة من

البروتينات ومن 30 إلى 40 بالمائة من الفوسفوليبيدات، يضاف إليها أحيانا مركبات أخرى مثل

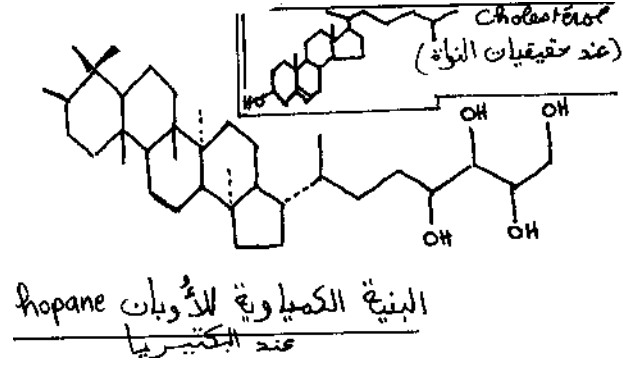
الغلوكوز والغلوكوزامين... الخ. لا يوجد أي أثر للستيرول Stérol (الموجود عند حقيقيات النوى)

ولكن توجد مواد تدعى الأوبان Hopanes (تشبه الستيروولات) هي التي تعطي الصلابة للغشاء

البلازمي.



بنية الغشاء البلازمي



3.2- دور الغشاء البلازمي

1.3.2- في التنظيم الأسموزي والاستقلابي

يلعب الغشاء البلازمي دور حاجز مانع لتسرب المركبات الداخلية ومن ناحية أخرى يمنع الدخول الفوضوي للمكونات الخارجية إلى الخلية. الغشاء البلازمي غشاء نصف نفوذ، يسمح بدخول العديد من المواد الاستقلابية (أحماض أمينية، سكريات، أيونات...) بصفة انتقائية ونوعية. يتم ذلك بفضل جهاز النواقل النشطة يسمى بـ Perméases. التركيز الخلوي أكبر بـ 50 إلى 500 مرة من تركيز الوسط الخارجي.

2.3.2- في الأيض البنائي

يشكل الغشاء دعامة للعديد من الأنزيمات التي تتدخل في اصطناع البروتينات، الفوسفوليبيدات، الميورين وأحماض النيكويك.

3.3.2- في التنفس

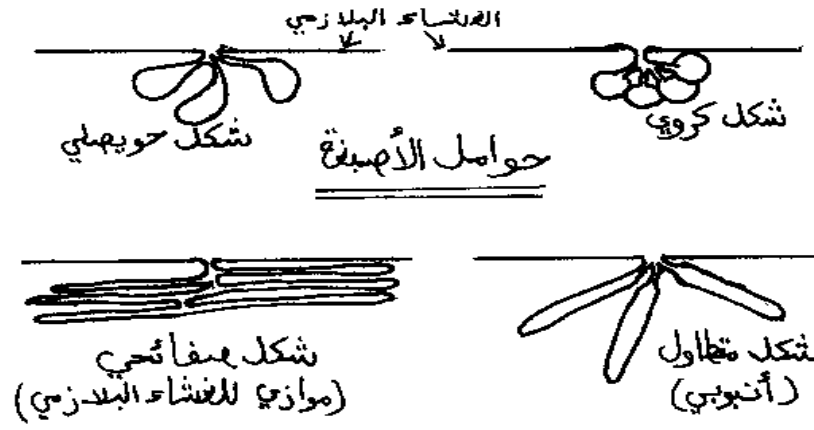
يعتبر الغشاء البلازمي بمثابة العضية المطابقة بنيويا ووظيفيا لميتوكوندريا خلايا حقيقيات النوى. فهو مقر الأنزيمات التنفسية وإنتاج الطاقة (ATP).

4.3.2- في تضاعف الكروموزوم

أثناء الانقسام الخلوي، ينتج عن تطاول الغشاء البلازمي، انفصال الكروموزومين الجديدين المرتبطين بالغشاء.

5.3.2- في التمثيل الضوئي

عند البكتيريا الممثلة للضوء، يرتكز التركيب الضوئي على مستوى الغشاء البلازمي، خصوصا على مستوى أجهزة تدعى حوامل الصبغة والتي هي أصلا امتداد للغشاء البلازمي.



3- السيتوبلازم

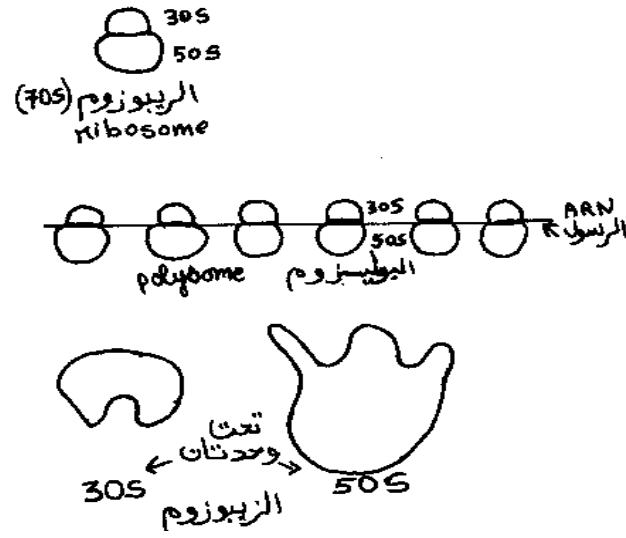
سائل غروي ذو $pH = 7$ إلى 7.2 . يحتوي على عدة عناصر، منها الأجسام الريبية، الأحماض النووية و المواد الادخارية.

1.3- الأحماض الريبية النووية ARN والأجسام الريبية

يوجد ARN في ثلاثة أشكال: ARN رسول و ARN ناقل (على شكل مذاب) و ARN ريبوسومي (الأجسام الريبية). يمثل ARN الريبوسومي من 80 إلى 90 بالمائة من ARN الكلي للبكتيريا (الباقي ARN ناقل و رسول).

تكثر الأجسام الريبية Ribosomes في السيتوبلازم مشكلة البوليزومات Polysomes . يكون شكل الريبوزوم كروي (قطره 25 نانومتر) يحتوي على 62 ARN و 38 بروتينات (عند البكتيريا E. coli).

تتميز الريبوزومات بثابت ترسب قيمته 70S . فيه تحت وحدتان هما 30S و 50S .

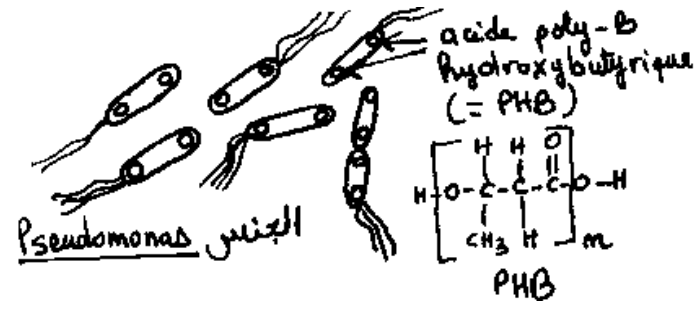


2.3- المواد الادخارية

على العموم، يصطنع كل نوع أو كل مجموعة بكتيرية نمطا واحدا من المواد الادخارية. فبعض البكتيريا تحول الكربون المستهلك إلى بوليميرات ادخار تتمثل في النشاء او عادة الغليكوجين Glycogène كما هو الحال عند البكتيريا المعوية، البكتيريا المتبوعة، البكتيريا الزرقاء... الخ.

مجموعة أخرى من البكتيريا مثل الاجناس *Pseudomonas* ، *Micrococcus* و *Rhizobium*

تجمع حمض متعدد -B- هيدروكسي بيوتيريك Acide poly-hydroxybutyrique

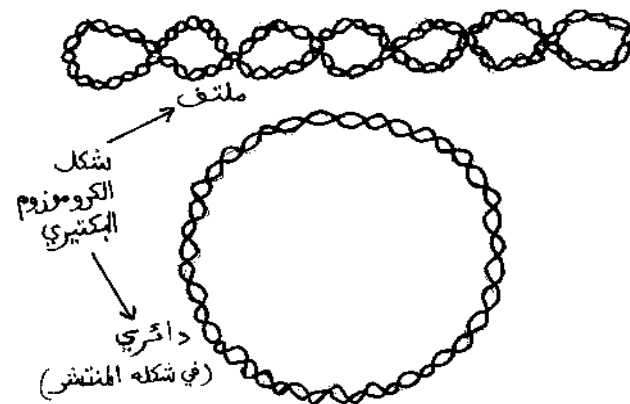


4- الجهاز النووي

الكروموزوم البكتيري Le chromosome bactérien

"Nucléotide" شبه نواة

نفس الصفات الكيميائية المعروفة عند حقيقيات النوى.



1.4- تقنيات دراسة ADN

توجد 3 طرق لدراسة ADN ، نذكرها فيما يلي:

- الطريقة الأولى تعتمد على الاماهة الحامضية للـADN . في وجود HCl، يتم تحرير الريبوز منقوص الأكسجين الذي يحمل الوظائف الأدهيدية. بإضافة كاشف "شيف Schiff" (فوشين + ثنائي سولفيت الصوديوم)، تتلون الوظائف الأدهيدية بالاحمر الداكن، محددة بذلك موقع ADN .
- الطريقة الثانية: تهدف إلى إزالة ADN بواسطة الريبونوكلياز. بعد ذلك يتم إظهار الـ ADN بأزرق المثيلين
- الطريقة الثالثة: الملاحظة بالمجهر الالكتروني سوف تسمح بالكشف عن جهاز نووي ذو بنية ليفية، لفائفي. للتذكير، يتغير موقع وانتشار الجهاز النووي حسب المرحلة الفيزيولوجية للخلية.

2.4- التركيب الكيميائي وبنية ADN البكتيري

ADN البكتيري ثنائي الخيط ، لولبي ، يتكون من نفس القواعد النيتروجينية التي تكون ADN حقيقيات النوى: A (أدينين)، T (تايمين)، C (سيتوزين) و G (غوانين)،بالضافة الى ريبوز منقوص الأكسجين و مجاميع فوسفاتية في المواقع 3 و5. لا يرتبط ADN البكتيريا بالهستونات Histones (ولكن توجد بروتينات أخرى) وينتشر مباشرة في السيتوبلازم (بدون غشاء نووي ولا نوية)، يشكل كروموزوما بكتيريا واحدا في خيط ملتف (شكله المنتشر عبارة عن جزئية دائرية). يتصل الكروموزوم بالغشاء البلازمي في عدة نقاط و يتم الانقسام حسب نمط نصف محافظ (عموما). لكن ليس هنالك انقساماً خيطياً.

3.4- الانقسام الخلوي عند البكتيريا

تنقسم البكتيريا عن طريق الانشطار الثنائي العرضي في مراحل متتالية هي:

- اتصال الكروموزوم بالغشاء البلازمي. تقع الـ ADN بوليميراز ADN polymérase في نقطة اتصال الكروموزوم بالغشاء.

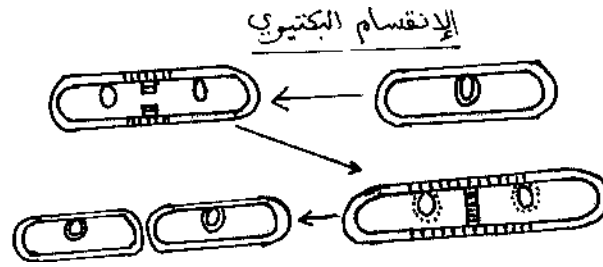
- تتناول البكتيريا بنمو الجدار والغشاء البلازمي. تؤدي هذه الاستطالة إلى انفصال خيطي الـ ADN و انفصال الكروموزومات الأبناء.

- ظهور حاجز عرضي يفصل الخلية البكتيرية إلى قسمين اثنين ثم يتضاعف كل خيط تضاعف نصف محافظ.

- ينتج عن الانقسام خليتين متشابهتين تشبهان الخلية الأم.

على العموم، يدوم الانقسام الخلوي من 20 إلى 40 دقيقة، لكن في بعض الاحيان يمكن ان يدوم

أقل أو أكثر حسب الأنواع و الظروف الخارجية.

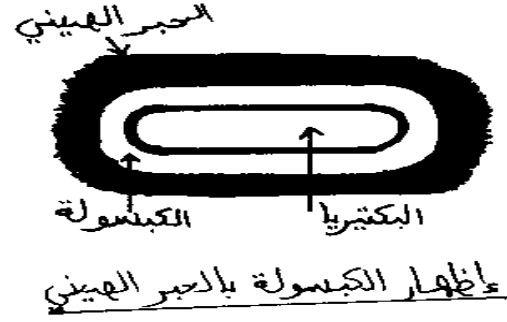


5- الكبسولة Capsule

تنتج عديد من البكتيريا مواداً عضوية لزجة تحيط بالجدار الخلوي تكون على شكل طبقة كثيفة نوعاً ما يتراوح سمكها بين 200 و 500 نانومتر. تسمى هذه الطبقة كبسولة عندما يكون سطحها الخارجي محدداً.

1.5- إظهار الكبسولة

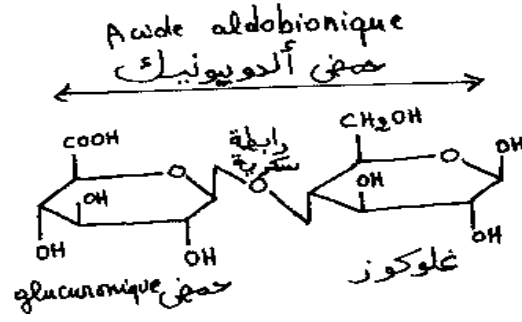
تلاحظ الكبسولة تحت المجهر الضوئي باستعمال الحبر الصيني أو تحت المجهر الإلكتروني حيث تظهر كراسب غير منتظمة الشكل (نادراً ما تكون ليفية).



2.5- التركيب الكيميائي

تحتوي على كمية كبيرة من الماء و مواد عضوية تكون عادة سكريات و أحياناً ببتيدات. متعدد السكريات polysaccharides التي تدخل في تركيبها هي عموماً سلاسل طويلة لأحماض الالدوبيونيك acides aldobioniques. كل حمض الالدوبيونيك عبارة عن حمض مكون من حمض يورونيك uronique acide (glucuronique, galacturonique, ...) و من سكر (غلوكوز، غلاكتوز، رامنوز، سكريات أمينية) كما هو عند الأنواع البكتيرية التالية: *Streptococcus pneumoniae* (أو Pneumocoque).

أحيانا، يكون البوليسكراريد عبارة عن متعدد غلوكوز كالدكستران dextrane (الجنس *Leuconostoc*) أو متعدد فركتوز levanes (*Streptococcus salivarius*). تحتوي أحيانا بعض البكتيريا محفظة بروتينية.



3.5- دور الكبسولة

لا تقوم الكبسولة بدور حيوي في الخلية مثل الجدار أو الجهاز النووي ولا توجد عند كل البكتيريا. في نفس السلالة، يتأثر إنتاجها كثيرا بمكونات الوسط خاصة السكريات منها. يمكن للبكتيريا التي فقدت كبسولتها أن تنمو وتتكاثر بصفة عادية كما يمكنها إعادة بنائها إن وضعت في وسط ملائم غني بالسكريات البسيطة. بالرغم من كونها غير ضرورية للبكتيريا، إلا أن للكبسولة دورا واقيا وهي دعامة للخصائص المناعية والمرضية للبكتيريا.

1.3.5- دور واقى

تحمي الكبسولة البكتيريا من العديد من الخوائل Prédateurs و العوامل مثل الحيوانات الأولية Protozoaires و الكريات الدموية البيضاء و ملتهمات البكتيريا Bactériophages و العوامل الفيزيو- كيميائية القسوى كالجفاف.

2.3.5- دور في الأمراض

يعتبر وجود الكبسولة عاملاً أساسياً في أحداث المرض فمثلاً يكون عامل الالتهاب الرئوي "Pneumocoque" أو *Streptococcus pneumoniae* ممرضاً في حالة وجود الكبسولة وغير ممرض إذا فقدت الكبسولة لأن كريات الدم البيضاء للجسم العائل ستتمكن من التهامه.

3.3.5- دور في المناعة

تتحمل مكونات الكبسولة الخصائص المستضدية. فإذا حقنت لحيوان، أجبرته على إنتاج أجسام مضادة ملازمة. هذه المكونات مسؤولة عن النوعية المصلية بفضل طبيعة وتسلسل السكريات المتعددة المكونة للكبسولة والتي يمكن أن تتغير عند نفس النوع البكتيري.

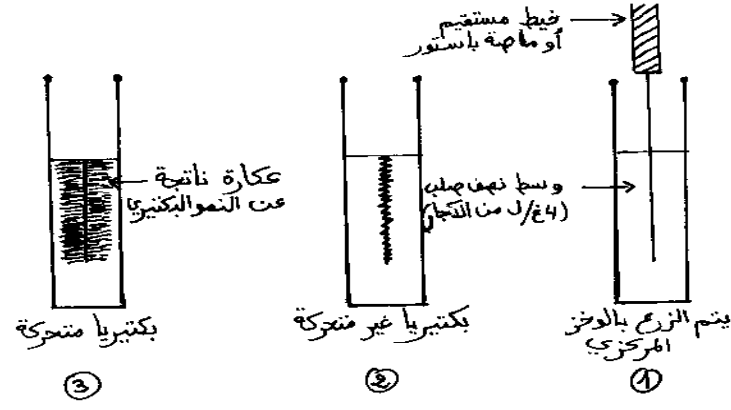
6- الأسواط

هي الأعضاء المسؤولة عن حركة البكتيريا.

1.6- إظهار الحركة:

توجد طريقتان لإظهار الحركة عند البكتيريا:

- الطريقة الأولى: وهي طريقة مباشرة يتم من خلالها ملاحظة البكتيريا في حالتها الطبيعية حيث تشاهد بالمجهر الضوئي. يجب أن نميز بين حركة البكتيريا والحركات البراونية.
- الطريقة الثانية: وهي طريقة غير مباشرة يتم فيها زرع البكتيريا بالوخز المركزي داخل وسط غذائي نصف صلب (4غ/ل من الأغار) في أنبوب اختبار باستعمال خيط مستقيم أو ماصة باستور (الشكل). إذا حدث تعكر للوسط الغذائي فهذا دليل على حركة البكتيريا، أما إذا نمت فقط في مكان الزرع فهي عديمة أو قليلة الحركة.



2.6- إظهار الأسواط

لا يتلون السوط بالملونات العادية و لكي تتم رؤيته في المجهر الضوئي يجب استعمال محلول نترات الفضة النشاردي. و قصد ملاحظة التفاصيل الخاصة بشكل الأسواط وكيفية اتصالها بالخلية وحجمها يجب استعمال المجهر الالكتروني.

3.6- توزيع الأسواط

نميز نمطين من توزيع الأسواط على سطح البكتيريا:

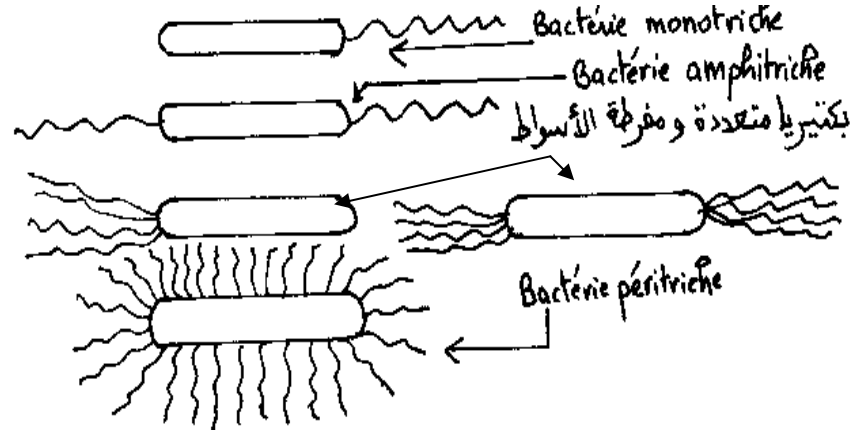
1.3.6- النمط القطبي Type polaire

- سوط واحد متصل بقطب واحد للبكتيريا فهي بكتيريا وحيدة السوط Bactérie monotriche
- سوط واحد لكل قطب من الخلية بكتيريا متقابلة السوط Bactérie amphitriche
- مجموعة من الأسواط في قطب واحد أو لكل قطب من الخلية فهي بكتيريا متعددة أو مفرطة

الأسواط Bactérie lophotriche

2.3.6- النمط المحيطي type pérित्रiche

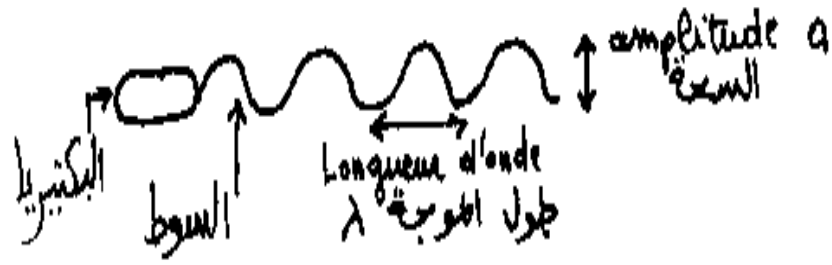
أسواط عديدة على كامل سطح البكتيريا فهي بكتيريا محيطية الاسواط Bactérie pérित्रiche



4.6- البنية والتركيب الكيميائي للأسواط

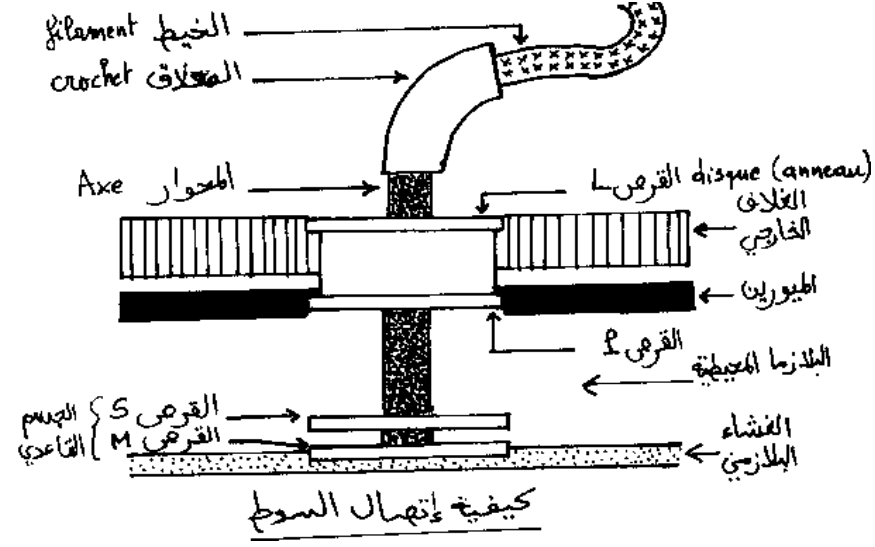
الأسواط عبارة عن عضيات بسيطة، خيطية، صلبة، لولبية، متعددة الأطوال و هي اطول من البكتيريا نفسها (طولها من 5 إلى 20 ميكرون و قطرها من 0.01 إلى 0.03 ميكرون) (0.02 ميكرون عند E coli).

تتميز الأسواط بشكلها أي بطول موجتها وسعتها اللتان تتغيران من نوع بكتيري الى آخر. تتكون الاسواط من عدة آلاف من النسخ من بروتين يسمى الفلاجيلين Flagelline (ذو وزن جزئي قدره 30000 إلى 40000).



5.6- كيفية اتصال السوط

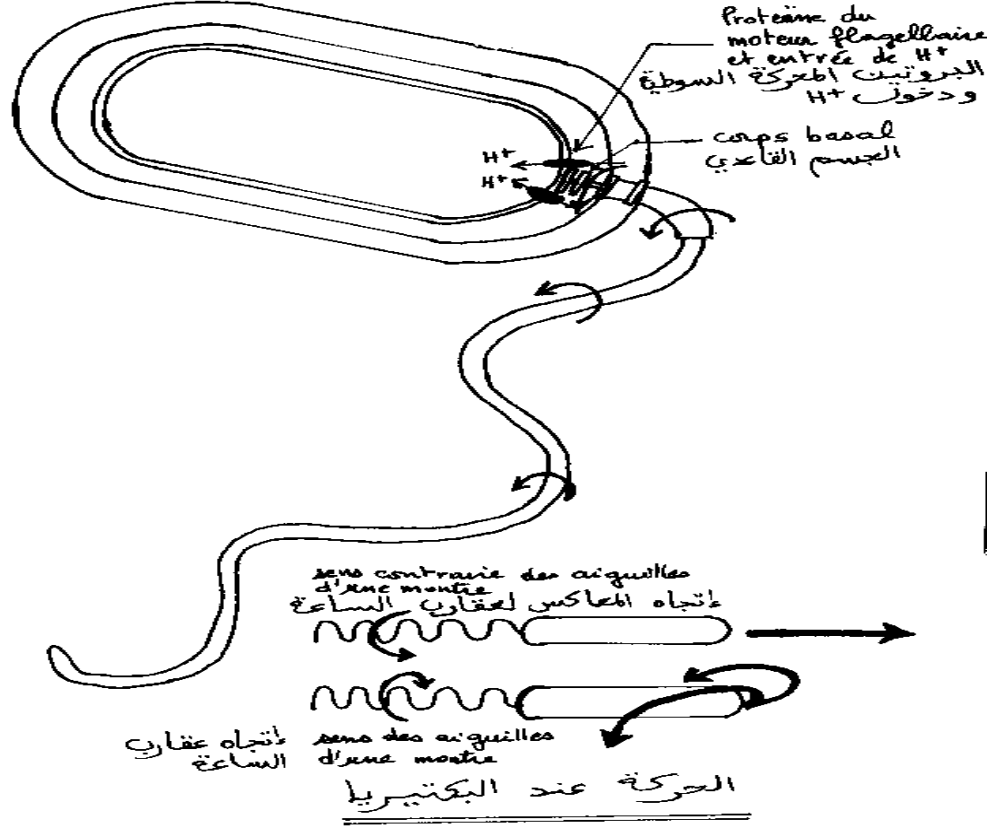
بينت الدراسات بالمجهر الالكتروني أن السوط يجتاز الجدار ويتصل بالغشاء البلازمي على مستوى الجسم القاعدي. يتكون السوط من القرص (أو الحلقة) M و القرص S و المحوار (أو الساق) و القرص P و القرص L و المعلاق و الخيط.



6.6- دور الأسواط

الأسواط عبارة عن بنى متماسكة (صلبة) غير قابلة للأنثناء لكنها تدور بفضل الجسم القاعدي الذي يعمل كمحرك. لها دور في الحركة. تنبثق القوة التي تحرك الجسم القاعدي (و السوط) عن القوة البروتونية المحركة (FPM= Force Proton Motrice) إذ بدخول البروتون (H^+) بقوة وبشدة (عبر البروتينات المحركة السوطية) يؤدي إلى إنتاج و تحرير الطاقة الضرورية لدوران الجسم القاعدي وبالتالي دوران السوط. فمثلا عند *Escherichia coli*، يكون دخول 256 (H^+) ضروريا لدوران السوط دورة واحدة.

إذا دار السوط في الاتجاه المعاكس لعقارب الساعة، فإن البكتيريا تتحرك بطريقة مستقيمة إلى الأمام (حتى 70 ميكرومتر/ثانية وأحيانا أكثر). أما إذا دار في اتجاه عقارب الساعة، فإن البكتيريا تنقلب (وهذا للرجوع إلى الخلف).



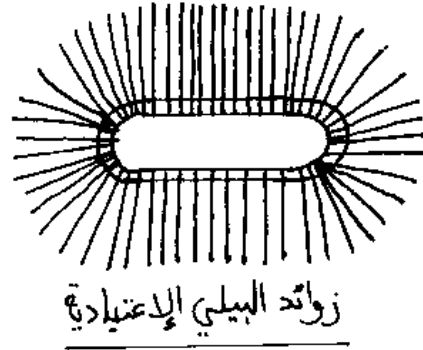
7- زوائد البيلي Pili

لبيلي Pili أو Fimbriae هي عبارة عن زوائد خيطية الشكل، متماسكة، جوفاء داخليا ولا تفيد في

الحركة. نميز فيها نوعين: زوائد البيلي الاعتيادية و زوائد البيلي الجنسية.

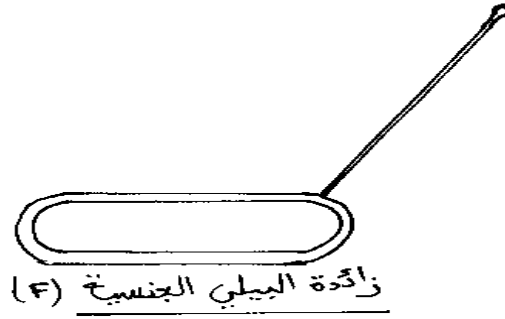
1.7- زوائد البيلي الاعتيادية (Type1)

يتغير عددها من 100 إلى 300 في الخلية الواحدة. هي موجودة عموما عند البكتيريا غرام سالب (مثل E. coli) يتراوح طولها من 0.1 إلى 5 ميكرون وقطرها من 3 إلى 25 نانومتر. لها خصائص تلازنية Agglutination (تراص) على الدم (تجمع الطريات الحمراء). تستعمل البكتيريا هذه الزوائد في الجسم العائل للاتصاق ببعض الأنسجة مثل الخلايا المخاطية المعوية (دور البيلي في إحداث المرض).



2.7- زوائد البيلي الجنسية (type F)

هي أقل عددا (من 1 إلى 4) ولكن أكثر طولاً من البيلي الاعتيادية (20-25 ميكرون طولاً). ينتهي طرفها بانتفاخ. توجد البيلي الجنسية F عند البكتيريا الذكورية (المانحة للـADN) وتلعب دوراً في الاقتران البكتيري حيث تسمح بانتقال الكروموزوم البكتيري و البلازميد من خلية لأخرى.



3.7- التركيب الكيميائي

تتكون زوائد البيلي من بروتين يدعى البيلين (Piline = PM) والذي يمنحها الخصائص

المستضدية

8- أشكال المقاومة عند البكتيريا

1.8- البثرات Cystes او Kystes

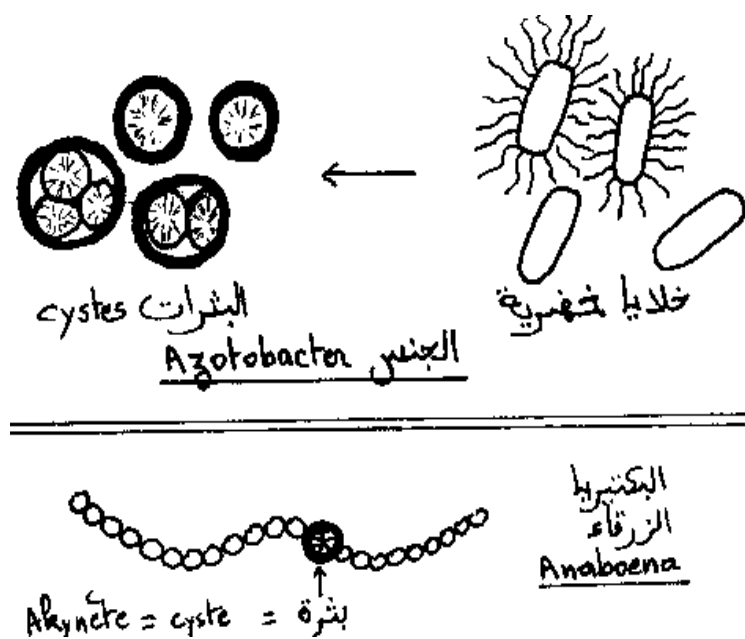
تنتج بعض البكتيريا في الظروف السيئة، جدارا خارجيا حولها، مشكلة بذلك الميكروكيسيت

Microkyste ذو شكل دائري مثل بكتيريا *Azotobacter* المثبتة للازوت الجوي، البكتيريا الزرقاء

Anabaena (Akynete = Cyste). عند البكتيريا الهلامية ذات الأشكال المثمرة (*Chondromyces*،

تحتوي البثرات على الآلاف من البكتيريا.

تكون البثرات أقل مقاومة للحرارة من الأبواغ الداخلية في البكتيريا.



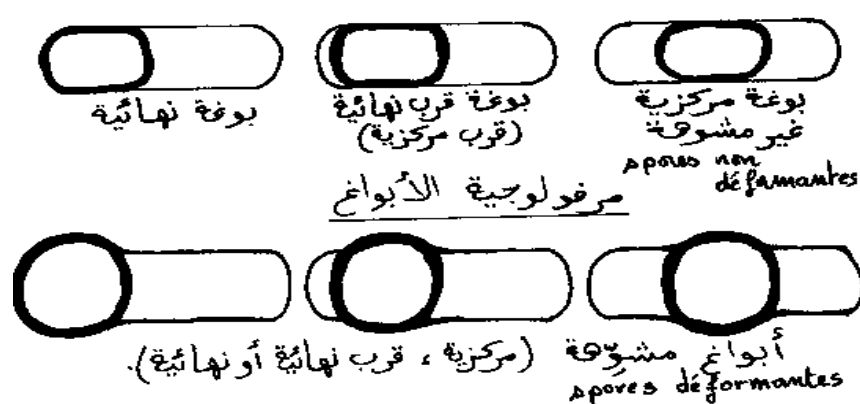
2.8- الأبواغ الداخلية Endospores

هي عبارة عن بوعه واحدة لكل خلية بكتيرية. لا توجد الأبواغ عند كل البكتيريا ولكن تميز

بعض الأجناس خاصة . *Bacillus, Clostridium*.

1.2.8- مرفولوجيا الأبواغ

الأبواغ التي تتشكل داخل البكتيريا (أبواغ داخلية) تكون ذات شكل بيضوي، كروي أو متطاوول و يمكن أن تشوه شكل الخلية وهي جد عاكسة للضوء. و يكون موضعها في البكتيريا متغير: بوعه وسطية، قرب طرفية، طرفية. يفيد شكلها و موضعها في التمييز بين الأجناس والأنواع. لا تتلون الأبواغ بالملونات الاعتيادية و تتلون بأخضر الملاكيت Vert de Malachite.



2.2.8- بنية الأبواغ

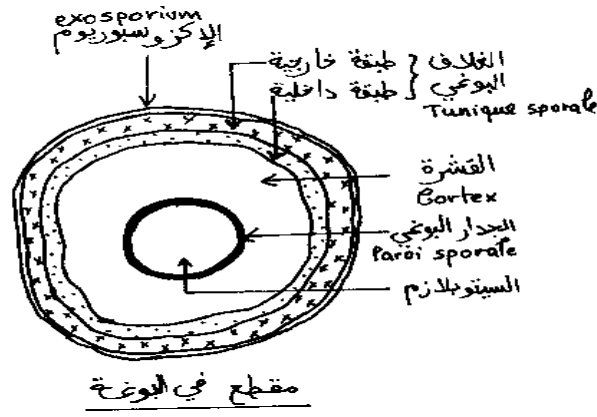
بين مقطع من البوعه تمت ملاحظته تحت المجهر الالكتروني من الداخل إلى الخارج ما يلي:

- كتلة سيتوبلازمية مختزلة محاطة بجدار رقيق: الجدار البوعي Paroi sporale.

- قشرة شفافة للالكترونات Cortex.

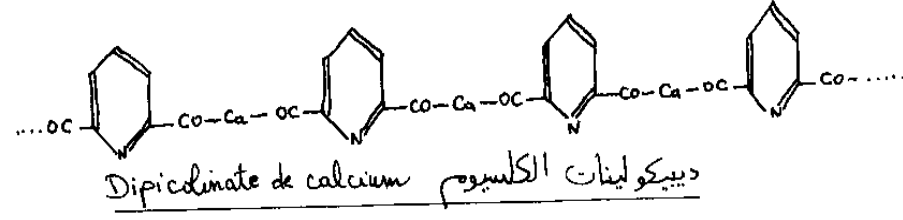
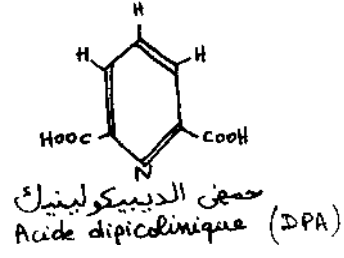
- غلاف بوغي Tunique sporale مقسم الى طبقتين.

- أحيانا غلاف خارجي رقيق: الاكزوسبوريوم Exosporium.



3.2.8- التركيب الكيميائي للبوغة

تتميز الأبواغ باحتوائها على كمية قليلة من الماء (15 إلى 20 بالمائة) بينما تحتوي الخلايا الخضراء على 80 بالمائة. الاكزوسبوريوم ذو طبيعة بروتينية و الغلاف البوغي من حمض أستيل ميورين و ببتيد سداسي و جزئيات حمض التيكويك. تتوضع على مستوى القشرة مادة خاص بالأبواغ هي حمض الديبيكولينيك acide dipicolinique أو DPA، الذي يمثل 10 بالمائة من الوزن الجاف للبوغة. يكون هذا الحمض على شكل سلاسل مرتبطة بأيونات الكالسيوم 'ديبيكولينات الكالسيوم Dipicolinate de calcium'. الجدار البوغي رقيق جدا وطبيعته مورينية (بدون أحماض التيكويك). للمجال السيتوبلازمي كثافة ضعيفة للالكترونات.



4.2.8- دوافع التبوغ

ينطلق تشكل الابواغ عند البكتيريا في الظروف غير الملائمة الناتجة عن نفاذ العناصر المغذية (C,N,P...) من الوسط الذي تعيش فيه. و يشترط تشكل الابواغ وجود بعض الأيونات مثل المنغنيز Mn^{++} ، المغنيزيوم Mg^{++} ، النحاس Cu^{++} والبوتاسيوم K^+ ، التي تحفز عددا من التفاعلات الأنزيمية الضرورية لتشكيل البوغة (Ca^{++} أساسي لتشكيل القشرة). يكون التبوغ من الناحية الوراثية مرتبطا بالعشرات من المورثات المتوزعة عشوائيا على طول الكروموزوم. تكون هذه المورثات غير فعالة أثناء المرحلة الخضيرة للبكتيريا و تتدخل أثناء التبوغ.

5.2.8- تشكل البوغة

يحدث التبوغ بعد توقف الانقسامات الخلوية، ويتم في عدة مراحل:

- المرحلة 1: يتوضع الجهاز النووي في خيط محوري على طول البكتيريا.

- المرحلة 2: ينقسم الجهاز النووي إلى قسمين مع ظهور حاجز عرضي فاصل ورقيق انطلاقاً من الغشاء البلازمي والذي يقسم البكتيريا إلى قسمين غير متساويين، أصغرهما يعطي البوغعة.
- المرحلة 3: يتواصل بناء الحاجز محدد منطقة مستقلة ذاتياً ومكونة من كروموزوم، سيتوبلازم وغشاء مزدوج، أحدهما سيتوبلازمي والآخر يمثل الجدار مستقبلاً و هي مرحلة " ما قبل البوغعة" Préspore او "طلبة البوغعة".
- المرحلة 4: تتشكل القشرة ابتداءً من هذه المرحلة ويصبح التبوغ لا رجعة فيه. يبدأ تكون DPA وتراكم أيونات Ca^{++} .
- المرحلة 5: تكوين الأغلفة البوغية حيث تصبح القشرة أكثر نضجاً وتظهر مقاومة للحرارة في هذه المرحلة بالذات.
- المرحلة 6: البوغعة كاملة وناضجة و يتم تحريرها من الخلية بواسطة انزيمات حالة.

6.2.8- خصائص البوغعة

تتمتع البوغعة بخصائص مقاومة رفيعة للحرارة و الجفاف. بعضها يقاوم الماء المغلي خلال عدة دقائق (مقاومة الحرارة). لا تتخرب الأبواغ إلا بعد تسخين لا تقل مدته عن 10 دقائق وفي 120°م في حرارة رطبة (الاتوكلاف). ترجع هذه المقاومة خاصة إلى المحتوى المائي القليل للبوغعة وكذلك إلى المركب الذي ينشأ بين DPA و Ca^{++} . يحفظ المستوى المائي الضعيف بفضل القشرة التي تكون غير نفوذة. تقاوم الأبواغ كذلك بعض العوامل الفيزيائية مثل الأشعة فوق البنفسجية (UV)، الأشعة السينية (X) والضغط العالي. تكون أقل حساسية للمطهرات من الأشكال الخضرية. بعض المضادات الحيوية القاتلة للبكتيريا ليس لها أي مفعول على الأبواغ.



7.2.8 - إنتاش البوغة

تنتش الأبوغ بتوفر عدة عوامل، هي:

- توفر العناصر الغذائية.

- عمر البوغة.

- درجة الحرارة: تتقلص مدة الانتاش عندما تعرض الأبوغ لحرارة درجتها بين 65 و 95°م.

- في كل الحالات، يتم الأنتاش في مرحلتين: المرحلة الأولى سريعة، تدوم بضع دقائق فقط و تتميز بتحولات فيزيوكيميائية يتم من خلالها تحلل المركب Ca^{++} - DPA مما يؤدي الى اختفاء القشرة و فقدان البوغه لخاصية اللانفاذية والمقاومة للحرارة و تنتفخ بامتصاصها للماء. اما المرحلة الثانية فهي بطيئة نوعا ما (تدوم ساعة) فتتلاشى فيها كل الأغلفة. تتميز هذه المرحلة باصطناع كل ما هو ضروري للخلية الخضرية الجديدة. عند ظهور هذه الاخيرة، تشرع في الانقسام والنمو.