

إن الاهتمام بمشكلات البيئة وحمايتها قد بدأ كظاهرة حديثة في أواخر الستينات والسبعينات، إلا أن التأثير المتزايد لمشكلات البيئة قد فرض نفسه على المجتمع الدولي بصورة لم يشهدها من قبل، وأصبحت القضايا المتعلقة بحماية البيئة وتنميتها تحتل موقعا مميّزا في أولويات التنمية. ويتمثل دور العلوم البيئية في تشخيص المشكلات البيئية، وتحديد عواملها، طبيعية كانت أم حضارية، واختيار وسائل معالجتها، والاستجابة لأخطارها والتصدي لها.

1 - تعريف :

كلمة البيئة في اللغة العربية مشتقة من بَوَأَ، ويقال تبوأ منزلًا، بمعنى نزلته هيأته. قال تعالى: "وكذلك مكنّا ليوسف في الأرض يتبوأ منها حيث يشاء". ويتطابق المفهوم العربي للبيئة إلى حد بعيد مع تعريف علم التبيؤ (Ecologie) الذي يعد أحد فروع علم الأحياء (Biologie)، وكلمة إيكولوجي (Ecologie) قد عرفت للمرة الأولى من طرف العالم الألماني Haeckel، وهو مختص في علم الحيوان (Zoologist)، وهي مقتبسة من الكلمتين الإغريقيتين: OIKOS التي تعني البيت وLOGOS التي تعني العلم أو المعرفة، إذن الكلمتين لـ Haeckel الإيكولوجيا هو العلم الذي يدرس مختلف ظروف تواجد الكائنات الحية، وكل التفاعلات المتبادلة التي يمكنها أن تنشأ بينها وبين الوسط الذي يعيش فيه.

2 - أقسام علم البيئة :

ينقسم علم البيئة إلى عدة مستويات رئيسية هي:
علم البيئة الذاتي (AutoEcologie) وهو العلم الذي يدرس نوع واحد من الأحياء وذلك من حيث سلوكه الحيوي وعلاقته بالمحيط.

3 - الوحدات البيئية :

الخلية (Cellule) : وهي الوحدة الحيوية الوظيفية الأساسية لدى الكائنات الحية.
الفرد (Individu) أو الكائن: عبارة عن

نظام بيولوجي وظيفي يتكون من مجموعة من الخلايا.
السكان (Population) : عبارة عن نظام وظيفي يتكون من عدة أفراد ينتمون إلى نوع واحد، يعيشون في مكان معين وفي فترة زمنية معينة.
المجتمع (Communauté) : عبارة عن نظام وظيفي يتكون من عدة سكان، يعيشون في مكان معين وفي زمن معين.
هناك ثلاثة مجتمعات حيوية رئيسية (Biocénose) :

- * المجتمع الحيوي النباتي (Phytobiocénose)
- * المجتمع الحيوي الحيواني (Zoobiocénose)
- * المجتمع الحيوي الدقيق (Microbiocénose)

– النظم البيئية (Ecosystèmes) يعرف النظام البيئي الطبيعي بأنه مجتمع من الكائنات الحية المختلفة من نباتات وحيوانات، تعيش وتتفاعل مع بعضها في مكان معين مثل الغابة أو البحيرة، والنظام البيئي الطبيعي هو وحدة الدراسة في علم البيئة.

ملاحظة : يمكن استعمال كلمة

المجتمع الحيوي أو (Biocénose) عندما نشير إلى الجزء الذي يشكل المادة العضوية للنظام البيئي، بينما نستعمل كلمة (Biotope) أو الوسط الحيوية عندما

علم بيئة العشائر (الجماعي) (SynEcologie) : وهو العلم الذي يدرس علاقة الأنواع فيما بينها، ومع المحيط الذي تعيشه فيه.
حركة العشائر (السكان) (Dynamique de population) : تدرس التوزع الحيزي للأنواع وأسبابه، وكذلك دراسة علاقة هذه الأنواع فيما بينها وبين الوسط الذي تعيش فيه.
- Ecologie Agraire
- Ecologie Appliquée

ثلاثة علاقات رئيسية لوحظت بين الكائنات الحية، تتمثل في الفعل (Action)، التفاعل (Reaction)، والتفاعل المتبادل (Coaction).

لما يؤثر الوسط على الكائن الحي نتحدث عن الفعل، ولما نشاط الكائن الحي يغير من صورة الوسط الذي يعيش فيه، في هذه الحالة نتحدث عن التفاعل وقد تنشأ هناك علاقات متبادلة بين الكائنات الحية، في هذه الحالة العلاقة تكون عبارة عن تفاعل متبادل.

نتحدث عن المكونات اللاعضوية من هذا النظام.

بذلك نستنتج أن: النظام البيئي = المجتمع الحيوي + الوسط الحيوي

الغلاف أو المحيط الحيوي (Biosphère): يشمل المحيط الحيوي على جميع النظم البيئية الطبيعية على كوكب الأرض، ويقصد بـ (Biosphère) الجزء من الكرة الأرضية الذي تعيش فيه الكائنات الحية بأنواعها المختلفة، ويتميز هذا الجزء بتواجد الحياة فيه.

مثال:

- Biogeosphere
- Biohydrosphere
- Estuaire

4 - العوامل الإيكولوجية :

يتكون النظام البيئي الطبيعي من مكونات حية (Composantes Biotiques) ومكونات غير حية (Composantes Abiotiques)، يكونان معاً نظاماً ديناميكياً متوازناً.

وتمتاز المكونات غير الحية بخلوها من مظاهر الحياة كالحصول على الغذاء للنمو والتكاثر ومن أهم المكونات غير الحية نذكر :

- عناصر المناخ كالرطوبة والحرارة والرياح... إلخ.

- عناصر المياه والتربة وخصائصها الكيميائية والفيزيائية.

- الغازات... إلخ.

وتمتاز المكونات الحية للنظام البيئي الطبيعي بوجود مظاهر الحياة فيها كال تغذية والنمو والتكاثر، وتشمل هذه المكونات جميع الكائنات الحية من حيوان ونبات وكائنات حية دقيقة.

1.4 - العوامل غير الحية

(Facteurs Abiotiques)

1.1.4 - العوامل المناخية :

يعتبر المناخ من أهم العوامل الطبيعية للوسط البيئي، إذ يحدد المناخ خصائص المجتمعات النباتية، بالإضافة إلى دوره

الأساسي في تحديد خصائص عناصر البيئة غير الحية الأخرى كالتربة، والمحتوى المائي والتفاعلات الكيميائية وغيرها، وبصفة عامة فإن المناخ يتكون من مجموعة من العناصر (التساقطات، الحرارة، الرياح... إلخ) مميزة للحالة الوسطى للجو في نقطة معينة من سطح الأرض، بحيث نجد:

- المناخات الكبيرة (Macro-climats) مثال:

- مناخ البحر الأبيض المتوسط،

- مناخ المنطقة المدرية... إلخ.

المناخات الوسطى (Méso-climats)

تخص مناطق محدودة، بحيث تتدخل فيها عوامل أخرى كالتضاريس وقرب أو بعد المنطقة من البحر.

المناخات الدقيقة (Micro-climats) : دراسة هذا المناخ تكون بالنسبة لنوع واحد أو لفرد واحد على حيز معين من منطقة ما.

مثال : نجد للجبل منطقتين مختلفتين من حيث المجتمعات الحيوية التي تعيش فيها، μ bac وهي منطقة ضلعية مقابلة للشمال، وAdret وهي معاكسة لـ μ bac وتكون مقابلة للجنوب.

1.1.1.4 - الضوء :

تعتمد كمية الضوء التي تصل إلى أي نقطة على سطح الكرة الأرضية على الموقع الجغرافي، وكمية السحب والفصل من السنة والوقت أثناء النهار وغيرها، كما تعتمد الإشعاعات المتغلغلة داخل المياه على نفس العوامل السابقة، بالإضافة إلى درجة شفافية الماء وعكورتها - تؤثر الأشعة الشمسية على الكائنات الحية بشدتها وكذلك بفترتها المتداولة (Intensité et Périodicité).

شدة الضوء تؤثر عموماً في عملية البناء الضوئي، إذ هذه الأخيرة تكون ضعيفة أو حتى منعدمة في الظلام، وتزداد بازدياد شدة الضوء، بحيث نميز نباتات محبة للظل (Sciaphile) مثل

النباتات التي تنمو تحت ظل الأشجار كالسرخس، ونباتات أخرى محبة لضوء الشمس (Heliophile) كأشجار الصنوبر، الطماطم... إلخ.

فترة تداول الضوء تتم في دورات مختلفة، إذ نجد هناك دورة يومية، فصلية، وحتى حولية للضوء، وهذا التداول يسبب بعض الاختلافات الحيوية لدى الكائنات الحية، والتي تعرف لدى النباتات بالنبات الدوري «Photopériode».

2.1.1.4 - الحرارة :

تؤثر الحرارة في جميع التفاعلات الكيميائية، سواء كانت عضوية أم غير عضوية، وزيادة معدل درجة الحرارة بعشر درجات مئوية يؤدي إلى مضاعفة معدلات التفاعل الكيميائي، ويبرز تأثير المعدلات الحرارية في النظام البيئي في العمليات الطبيعية كتفكك وتحلل الصخر، وكذلك استجابة الكائنات الحية للظروف الحرارية.

تختلف درجة الحرارة من وسط إلى آخر وذلك حسب موقع ذلك الوسط، حسب حالة الجو، وكذلك حسب الارتفاعات، بصفة عامة يكون تأثير درجة الحرارة على الكائنات الحية أو على مختلف وظائفها الحيوية.

مثال : بالنسبة للنباتات هذا التأثير يظهر في عملية البناء الضوئي، الناتج وحتى في لون الأوراق.

تنقسم الكائنات الحية حسب درجات الحرارة التي تحتملها إلى:

- * كائنات حية تحتمل درجة الحرارة الثابتة : 1. Espèces Sténothermes
- * كائنات حية تحتمل درجة الحرارة العالية : 2. Espèces Thermosténothermes
- * كائنات حية تحتمل درجة الحرارة المنخفضة : 3. Espèces Griothermes
- * كائنات حية غير حساسة للتغيرات الحرارية : 3. Espèces Eurythermes

ملاحظة :

يتوقف نشاط الكثير من الكائنات الحية عند نقطة التجمد وتصبح في سبات أو خمول عند معدل يتراوح بين 40 و 50 م. ومن هنا فإن من الضروري معرفة التغيرات اليومية والفصلية لدرجات الحرارة. فالكائنات الحية التي تعيش في نظم بيئية طورت لنفسها أساليب خاصة للتكيف مع المعدل الحراري عندما يكون أكبر من قدرتها الاحتمالية، كما أن معرفة التغيرات الحرارية تؤدي إلى معرفة الأوقات التي يكون فيها الكائن الحي نشطا والأوقات التي يكون فيها خاملا.

3.1.1.4 - التساقطات :

تتمثل في الأمطار، الثلوج، البرد، الندى والضباب، في أغلب الأحوال تكون الأمطار موسمية أو فصلية، ويلعب توزع الأمطار في فترة سقوطها دورا مهما في تحديد أنواع المجتمعات النباتية التي تنقسم إلى:

* أنواع محبة كثيرا للماء :

Espèces Hydrophiles - Hygrophiles

* أنواع محبة لكميات معتدلة من الماء وكافية فقط لحيويتها :

Espèces Mésophiles

* أنواع محبة لكميات قليلة جدا من الماء (متكيفة مع الجفاف) Espèces Xérophiles

ملاحظة :

لا تعتمد الكائنات الحية على الأمطار مباشرة، وإنما على الماء الموجود في التربة، وتتوقف كمية مياه التربة على عوامل أخرى غير المطر وأهمها عامل التبخر والنتج والجريان السطحي والرشح والتسرب باتجاه المياه الجوفية.

4.1.1.4 - الرياح :

الرياح عبارة عن الهواء المتحرك أفقيا على سطح الأرض، وهي تتميز بفعالية مباشرة (ميكانيكية وحركية)، وأخرى

غير مباشرة (تؤثر على درجة الحرارة والرطوبة... إلخ).

مثال : تؤثر الرياح على النباتات التي تنمو "مائلة" حسب الاتجاه السائد للرياح (Position en drapeau)، تحاول النباتات أن تتكيف مع وسطها وذلك بتطوير وتضخيم جذورها التي تسمح لها بالتثبيت في التربة.

الفعالية الميكانيكية الموجبة للرياح تتمثل في نقل البذور إلى عدة مناطق، بذلك تساهم في انتشارها، وكذلك تساعد النباتات في عملية تلقيح أزهارها وذلك بنقل حبوب الطلع من نبتة إلى أخرى (Espèce Anémophile).

وللرياح أيضا فعالية غير مباشرة تتمثل في توزيع الأمطار، الزيادة في عملية النتح لدى النباتات، وفي تبخر الماء من الأرض، تلطيف الجو بانخفاض درجة الحرارة، كما تساعد الرياح النار في الانتشار.

2.1.4 - العوامل الترابية :

تكونت التربة نتيجة تصافر عدة عمليات معقدة ميكانيكية وكيميائية وحيوية، أدت إلى تفتت المواد الصخرية وتحللها وتغيير طبيعتها حتى أصبحت بعد مرور زمن طويل صالحة لنمو النباتات. إذن التربة هي الطبقة الهشة التي تغطي صخور القشرة الأرضية، والتي توجد بسمك يتراوح ما بين بعض السنتيمترات وعدة أمتار.

وتتكون التربة من مزيج معقد من المواد المعدنية والمواد العضوية والماء والهواء، ولا توجد مكونات التربة بشكل منفصل عن بعضها البعض، وإنما تتداخل وتتفاعل فيما بينها لتجعلها ملائمة لنمو النباتات.

— علاقة التربة بالنباتات :

* تأثير العوامل الفيزيائية :

تركيب (Structure) التربة : نعني به مكونات التربة من رمل، حصى، دبال... إلخ.

نسيجية (Texture) التربة : نعني بها موضع جزيئات التربة مع طريقة اتحادها فيما بينهما.

إذن حسب التركيب ونسيجية التربة، نجد بعض النباتات تكون محبة للرمل تسمى (Esp. Psammophile)، وبعض النباتات تنمو في الصخور، أي (Esp. Chasmophitique).

تأثير العوامل الكيميائية: نميز لدى المجتمع الحيوي النباتي:

* نباتات محبة للتربة الغنية بالملح : (Espèce Halophile).

* نباتات محبة للدبال، وخاصة لعنصر الأزوت : (Espèce Nitrophile).

* نباتات محبة للتربة الغنية بالكلس : (Espèce Calcicole).

* نباتات محبة للتربة الغنية بالسيلييس : (Espèce Silicole).

* تأثير PH :

* لما تكون نسبة PH ، ، فذلك الوسط تكثر فيه النباتات المحبة للتربة الحامضية مثال : أشجار البلوط (Quercus Ilex).

* لما تكون نسبة PH ، ، فذلك الوسط تكثر فيه النباتات المحبة للتربة القاعدية مثال : أشجار البلوط (Suber Quercus).

— أشكال سطح الأرض والمظهر العام للنظم البيئية الحياتية :

من أبرز عناصر أشكال التضاريس وما يترتب عليها من وجود أراضي مستوية وسفوح مائلة، وتتغير الأنواع النباتية والحيوانية كلما زاد الارتفاع عن مستوى سطح البحر وب نفس الطريقة التي تتغير معها التجمعات النباتية مع دوائر العرض، أي من خط الاستواء باتجاه القطبين، ويرجع ذلك إلى توالي هبوط درجات الحرارة مع الارتفاع.

وتمتاز التربة في الأراضي غير المستوية بأنها غير سميكة بسبب التعرية، وكذلك يقل سمك التربة على السفوح وكلما تزايد ميل السفوح كانت الفرصة أكبر لظهور الصخر الأصلي.

مثال : تنخفض درجة الحرارة مع الارتفاعات وذلك بما يقارب 58,0°م لكل 100 متر.

– تزداد التساقطات مع الارتفاعات، إذ بعض المناطق كالهقار مثلا تحتوي بسبب التساقطات على بعض الأنواع من النباتات السهبية، بل حتى الساحلية (G : Olea).

2.4 - العوامل الحيوية :

(Facteurs biotiques)

تتمثل في التفاعلات المتبادلة التي تحدث بين مختلف العشائر التي تعيش في نفس الوسط وفي فترة زمنية معينة. يمكن لهذا التفاعل أن يحدث بين أفراد نوع واحد (Homotypique). كما يمكن أن يحدث بين أفراد من أنواع مختلفة (Hétérotypiques)، هذه التفاعلات تتمثل في:

• الإنحياد (Neutralisme): بالنسبة لهذه العلاقة كل نوع مستقل عن الآخر ولا يوجد أي تأثير بين النوعين من الكائنات الحية.

• التنافس (Compétition): ينشأ التنافس بين عدة أفراد من الكائنات الحية على منبع واحد من الطاقة والمادة، وذلك عندما يكون الطلب أكبر من الكمية المتوفرة في الوسط الحيوي، فإذا توفر القدر الكافي من أي عامل فإنه لا ينشب أي تنافس عليه، وينقسم التنافس إلى قسمين أساسيين هما:

• التنافس بين أفراد من نفس النوع: أبسط حالات التنافس هي تلك التي تحدث بين نباتات من نفس النوع، ففي أول الأمر تكون الاختلافات بينهما في الارتفاع وامتداد الأوراق ودرجة تغلغل الجذور الجانبية، ثم يظهر التنافس في قدرة هذه النباتات على إنتاج الثمار والبذور الذي يزداد مع الوقت.

• التنافس بين الأنواع المختلفة: يكون التنافس أشد بين الأنواع ذات الصور المتشابهة منه بين الأنواع غير المتشابهة، فالتنافس حاد بين شجيرة

وشجيرة وبين شجيرة وشجيرة، فكلما زاد الاختلاف بين الأنواع في صفة أو أكثر من الصفات خفت حدة التنافس.

• التعايش (Symbiose): في هذه الحالة لا يستطيع النوع أن يعيش، ينمو أو أن يتكاثر إلا بوجود نوع آخر، بحيث تنشأ بينهما علاقة تبادل (حتمية) تعود بالفائدة على كل منهما، مثال: التبادل بين الأشنة والفطريات.

• التعاون (Mutualisme): يظهر نوع من التبادل بين نوعين مختلفين من الكائنات الحية، وهذا التبادل يعود بالفائدة على كل منهما، غير أن العلاقة القائمة بين النوعين ليست حتمية. مثال: علاقة الطائر (Pluvier d'Egypte) بتمساح النيل.

• التكافل (Commensalisme): هذه العلاقة تنطبق على الكائن الحي الذي يعيش وينمو بجوار كائن آخر يستفيد منه ولكنه لا يؤذيه وبإمكانه الاستغناء عنه. مثال: العلاقة الموجودة بين السمكة (Remora) وسمك القرش.

• التطفل (Parasitisme): لا يستطيع النوع الطفيلي أن يعيش إلا بوجود نوع عائل، (Hôte) وفي معظم الحالات الطفيلي أصغر بكثير من العائل، بحيث يسبب له عدة اضطرابات فيزيولوجية كالتوقف عن النمو والتكاثر... إلخ.

– هناك طفيليات تعيش فوق العائل: طفيليات خارجية (Ectoparasites).

– وهناك طفيليات تعيش داخل جسم العائل: طفيليات داخلية (Endoparasites).

• الافتراس (Predation): النوع المفترس يهاجم فريسته، ثم يقتلها بعد ذلك يأكل منها. مثال: افتراس الأسد للغزال.

5 - القانون الأدنى ومفهوم العامل المحدد:

يعتمد تواجد ووفرة وتوزيع أحد أنواع الكائنات الحية على مستوى تواجد العوامل الكيميائية (مثل المياه والعناصر الكيميائية اللازمة لحياة الكائنات

الحية...)، والفيزيائية (مثل درجات الضوء والحرارة...) في البيئة.

ولكل نوع من أنواع الكائنات الحية مدى تحمل معين بالنسبة لهذه العوامل في البيئة التي تعيش فيها. ويفسر هذه الظاهرة قانون مدى التحمل (Loi de tolérance)، ويشمل مدى التحمل حداً أمثل يكون فيه التركيز العامل الكيميائي والفيزيائي أفضل ما يكون بالنسبة لحياة ونشاط الكائن الحي، كما يشمل مدى تحمل أيضاً حداً أعلى وحداً أدنى للتحمل لا يستطيع الكائن أن يتجاوزها والمجال بين الحدين يسمى بسعة التحمل.

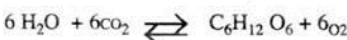
• هناك قانون يرتبط مع قانون مدى التحمل هو قانون العامل المحدد (Facteur limitant)، ويعني أن وجود أحد العوامل الكيميائية أو الفيزيائية اللازمة لحياة الكائن الحي بشكل كبير جداً أو قليل جداً يمكن أن يحد من نمو الكائنات الحية لأحد الأنواع في النظام البيئي الطبيعي حتى لو كانت جميع العوامل الأخرى مثالية بالنسبة لهذا النوع. مثال: تركيز عنصر البور (BO) في التربة، له علاقة كبيرة بنمو النباتات.

6 - طريقة سير الأنظمة البيئية (السلسلة الغذائية):

يمكن تصنيف الكائنات الحية حسب طريقة تغذيتها أو حصولها على الطاقة إلى:

• كائنات حية منتجة (Producteurs) وهي ذاتية التغذية (Autotrophes) ومعظمها من نباتات وطحالب خضراء وكائنات حية دقيقة قادرة على التمثيل الضوئي وعن طريق هذه الكائنات يتم تحويل المركبات غير العضوية من ماء وغاز ثاني أكسيد الكربون بواسطة عملية التمثيل الضوئي إلى مركبات عضوية ذات طاقة مرتفعة.

مثال: السكر :



2.8 - دورة الأوكسجين :

يوجد الأوكسجين حرا في الهواء الجوي، كما يوجد مذابا في الماء، وتقدر نسبة الأوكسجين في الهواء الجوي بحوالي 21%، إذ تحصل النباتات والحيوانات على حاجاتها من O_2 في عملية التنفس، والأوكسجين الذي يستنفذ بواسطة التنظيم البيئي يحل محله دائما الأوكسجين الذي يطرح من طرف النباتات أثناء عملية التمثيل الضوئي.

3.8 - دورة الماء :

كل الماء الذي يتكثف ويتساقط على الأرض أو في البحر يأتي أصلا من المحيطات التي تغطي ثلثي سطح الأرض، وتحتوي 98% من الماء الحر لكوكب الأرض. لقد دلت الفحوص على أن جميع الكائنات الحية تقريبا تحتوي على أكثر من 50% من وزنها ماء، إذن الماء هو المذيب لأغلب المواد الموجودة في الكائنات الحية، ولا تتم العمليات الكيميائية داخل خلايا الجسم إلا في محلول مائي. إن دورة الماء مستمرة على الدوام، فحرارة الشمس تبخر الماء إلى الجو، وبانخفاض درجة الحرارة يتساقط الماء على شكل أمطار، ثلوج... إلخ.

مستوى غذائي في نظام بيئي طبيعي. وعند دراسة السلاسل الغذائية المبتدئة بالمنتجات نلاحظ تدرجا في أعداد الكائنات الحية فيها، حيث نجد أعداد كبيرة من المنتجات وانخفاضا متدرجا في عدد المستهلكات التي يتغذى كل منها على الآخر.

وتأخذ أعداد أفراد السلسلة الغذائية في النهاية شكل هرم تمثل قاعدته المنتجات أو المستوى الغذائي الأول، وقيمه نهاية السلسلة الغذائية.

8 - دورة المواد البيوجيوكيميائية :

1.8 - دورة الكربون :

يدخل الكربون في تكوين جميع المركبات العضوية، ويكون حوالي 40-50% من الوزن الجاف للكائنات الحية، فالسيليلوز الذي يكون جدران خلايا النباتات له مستوى عال من الكربون، ويوجد أيضا الكربون متحدا مع الأكسجين في غاز ثاني أكسيد الكربون، ويتواجد بنسبة 0.03% في الهواء الجوي. ينتقل الكربون من النباتات إلى الحيوانات آكلات الأعشاب، ثم إلى الحيوانات آكلات اللحوم، سواء كانت مستهلكات من الدرجة الأولى أو الثانية.

● كائنات حية مستهلكة (Consommateurs) وهي غير ذاتية التغذية (Hétérotrophes) ومعظمها من الحيوانات التي تحصل على غذائها من المواد العضوية أو بأكل كائنات حية أخرى، وهي تنصف إلى: - آكلات الأعشاب أو العواشب (Herbivores)، وهي مستهلكة أولية (Consommateurs I aires). - آكلات اللحوم أو اللواحم (Carnivores)، إذ تغذت على آكلة الأعشاب فهي تعتبر مستهلكة ثانوية (Consommateurs II aires) أما إذا تغذت على غيرها من آكلات اللحوم فتكون مستهلكة ثالثة (Consommateurs III aires) ... إلخ.

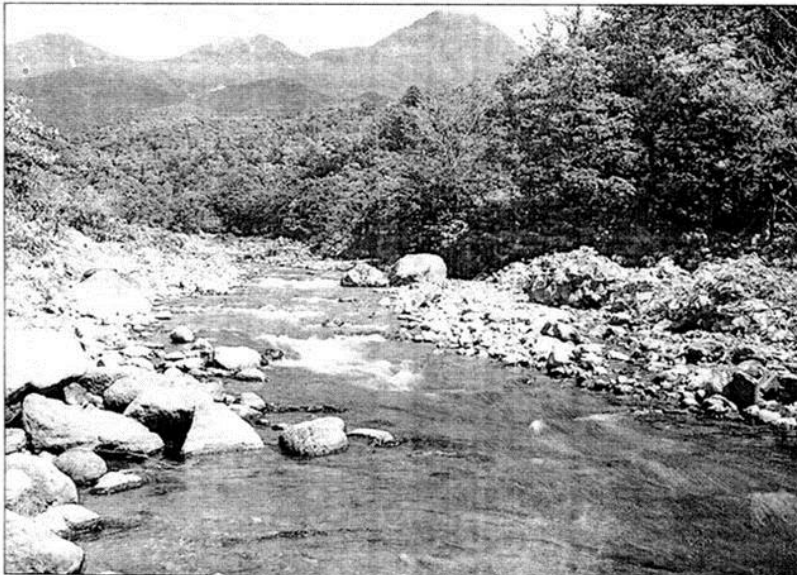
● تشكل السلسلة الغذائية حلقة مغلقة بفضل وجود طبقة ثالثة من العضيات المحللة للبقايا والجثث، نميز فيها: الحشرات، الديدان، البكتيريا والفطريات. تحلل الجثث والبقايا العضوية، وتحرر بهذه الطريقة الماء والأملاح المعدنية... إلخ، التي تعود إلى الوسط الحيوي قبل أن تستعمل من جديد من طرف النباتات الخضراء. مثال: السلسلة الغذائية في الوسط المائي.

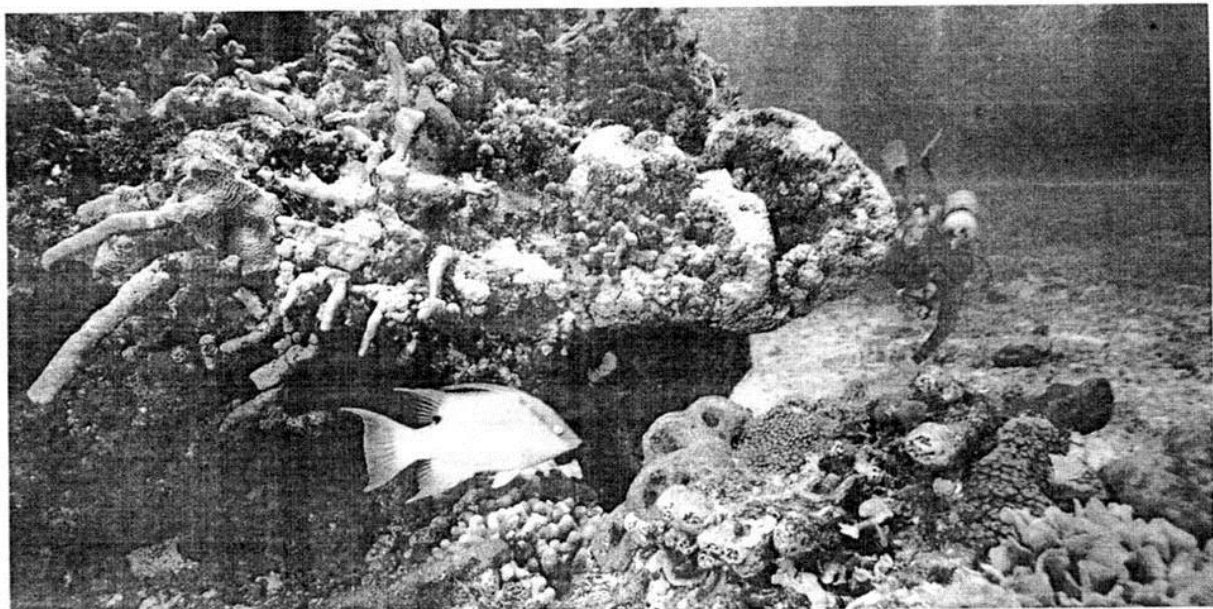
إن كتلة العضيات الخضراء الدقيقة التي تطفو فوق مياه البحار (Phytoplanktons) تنتج كمية كبيرة جدا من المركبات العضوية الكربونية وذلك بواسطة عملية البناء الضوئي، تتغذى الكائنات الأخرى الدقيقة (Metazoaires + Protozoaires) على الفيتو بلنكتون باعتبارها آكلات الأعشاب، وهذه الأخيرة (Herb. Proto.) تسمى بـ (Zooplanktons)، وهي أيضا تعتبر غذاء لأسماك صغيرة آكلة اللحوم، التي تعتبر هي الأخرى فريسة لحيوانات أكبر منها... إلخ.

7 - الأهرام البيئية :

Pyramides écologiques

هي عبارة عن التمثيلات البيانية لعدد الكائنات الحية ولكمية الطاقة الممثلة لكل





- Ramade F., 1978 : Elément d'écologie appliquée. Ed. Mac Graw Hill, 2^{ème} éd., 576 p.

- Ramade F., 1979 : Ecotoxicologie. Ed. Masson, 2^{ème} éd., 228 p.

- Ramade F., 1981 : Ecologie des ressources naturelles. Ed. Masson, 322 p.

- Rondière P., 1971 : La mort de l'eau. Ed. Flammarion, 128 p.

- Touffet J. 1982 : Dictionnaire essentiel d'écologie. Ed. Ouest France, Rennes.

المراجع باللغة العربية :

- ANONYME — 1995 : وقائع الدورة التدريبية في مجال تقييم الآثار البيئية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، 201 ص.

- تشريل س. و لكافريزس، 1990 : أرض واحدة، مستقبل واحد، بيئتنا العالمية المتغيرة، النشر ISBN، القاهرة، 229 ص.

- محمد الأخرت، 1998 : البيئة والتلوث، مركز الإسكندرية للكتب، الإسكندرية.

- مصطفى كمال، 1992 : إنقاذ كوكبنا (التحديات والأمل)، ط 1، بيروت.

(نيتروسوموناس ونيتروكوكس) التي تأكسده إلى أملاح النترت، وفيها يكون غاز النيتروجين في صورة أكثر ملائمة لغذاء النباتات الخضراء وتعتبر عملية النترجة من العمليات ذات الأهمية القصوى، حيث أن النبات لا يتغذى على الكميات الكبيرة من غاز النيتروجين الموجود في الهواء (78.09%) ولكنه يعتمد كلية على المركبات النيتروجينية التي تمتصها الجذور على هيئة محلول.

Références bibliographiques

- Aftalion F., 1995 : La protection de l'environnement. Pour que de fausses solutions ne deviennent pas de vrais problèmes. Ed. Franco-Empire, Paris, 206p.

- Anonyme, 1994 : Dictionnaire de l'environnement, les termes normalisées. Paris, 307 p.

- Benabdeli K. & Benmansour S., 1998 : Protection de l'environnement. Alger.

- Cleave A., 1994 : Toute la nature au fil des saisons. Ed. Casterman, Paris, 128 p.

- Galey A., 1984 : Les métiers de la nature et de l'environnement. Paris, 383 p.

- Lamotte & Bourlière : Les problèmes d'écologie. Les écosystèmes terrestres. Ed. Masson, Paris, 360 p.

وتستخدم النباتات والحيوانات كمية صغيرة فقط من الماء، فالكميات الكبيرة الأخرى سرعان ما تتبخر ثانية.

4.8 - دورة الأزوت :

إن النباتات تصنع غذائها بنفسها مستخدمة الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون مع الطاقة الشمسية، ولكن لنموها فهي تحتاج أيضا لعناصر أخرى غير عضوية كالنترات، الفسفات، والأملاح المعدنية، التي تتواجد إلا في التربة وبكميات محدودة، وبنفس الطريقة هذه العناصر تمر في كل السلسلة الغذائية، وكل نوع من الكائنات يثبت الكمية اللازمة لتطويرة، وحتى لا تختفي هذه العناصر من الطبيعة يجب تجديدها وإلا ستؤدي إلى موت النباتات مما يؤدي إلى موت الكائنات الأخرى، وعملية تعويضها تقوم بها الكائنات الأخرى الدقيقة كالبكتيريا التي تحلل المادة الحيوانية والنباتية الميتة، وتحرر للتربة المواد المعدنية التي تستعمل من طرف معظم الكائنات الحية.

ينطلق غاز الأمونياك من تحلل المواد البروتينية بواسطة عملية النترجة وبفضل أنواع خاصة من البكتيريا