وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة العربي التبسي – تبسة
كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة
قسم علوم الأرض والكون

المستوى /الثانية جغرافيا وتهيئة الاقليم
تخصص /تهيئة الاقليم

دروس مقياس/ علم المناخ الحيوي

Bioclimatologie

اعداد /أستاذ المقياس
د/علي حجـــــلة

مقدمـــــــة :

يلقى علم المناخ الحيوي اهتمام الكثير من المختصين والمهتمين بمواضيع واشكاليات عدة لها صلة بمفردات هذا الاختصاص ومن ذلك ما يتصل بعلم المناخ والميتيورولوجيا والطقس ، وعلاقة ذلك بالنظام البيئي بمركباته وأولى هذه المركبات ما نطلق عليه اسم "المدى الجغرافي" **Le biotope** كحاضنة لكائنات حية نباتية كانت أوحيوانية تشكل مركبته الثانية ألا وهي "المساكنة الحيوية" **La biocénose** ، وهو ما يجعله محل اهتمام الكثير من المختصين وغير المختصين لما يتمتع به من حيوية وأهمية ذات صلة وطيدة بمصير البشرية وهذا الكوكب الحي النفيس الوحيد الذي يحتضن الحياة وشروط الحياة التي ينبغي صيانتها لاستمرار النوع البشري ، يعد مقياس علم المناخ الحيوي من أهم المقاييس المدرجة ضمن برامج شعبة "الجغرافيا وتهيئة الاقليم" لمستوى السنة الثانية ل م د ليسانس "تهيئة الاقليم" السداسي الثالث ، ويعد كقاعدة للكثير من التخصصات ،لا يمكن الاستغناء عنها بأي شكل من الأشكال ، ان محتوى برنامج هذا المقياس يشمل ستة محاور مستفيضة تمثل قاعدة مثينة للطالب ، مرتبطة بمحتوى البرنامج بقسميه "علم المناخ" من جهة و"الجغرافيا الحيوية" من جهة ثانية ، وهي نتاج مطبوعة تم اعدادها من طرف الاستاذ اعتمادا على مكتسباته القبلية وبحوثه في اطار تدريس هذا المقياس كما يعتبر من ثمار تدريس مقاييس أخرى مشابهة لفترة طويلة اعداد هذه المطبوعة كان نتويجا لماذكرنا ويأتي خلال الموسم 2020/2019 ، وعادة ما يرفق تدريس هذا البرنامج بأعمال توجيهية وميدانية لبلوغ الأهداف البيداغوجية المرجوة ، من المحاور المشار اليها : دراسة وتحليل العوامل المناخية بما فيها مختلف عناصر المناخ وبلوغا الدورة العامة للرياح وأليات الدوران العام في الغلاف الغازي في محور أول ، المحور الثاني يشمل تصنيف المناخ والطرق المعتمدة في هذا الميدان على المستويين العالمي والمحلي ، المحور الثالث متعلق بظاهرة الجفاف والقحولة ، المحور الرابع يتناول الموازنة المائية أو الحصيلة المائية ، وتم ادراج تحليل الموازنة على مستوى محطة تبسة كمثال، المحور الخامس يتعلق بالجغرافيا الحيوية من حيث التعريف ومختلف العوامل المؤثرة في توزيع البيوسينوزات ، المحور السادس يتعلق بالأوج المناخي النباتي وتوزيع التكوينات النباتية في العالم بمافيها تلك التي تخص النطاق المتوسطي

علم المناخ الحيوي : Bioclimatologie

مقدمة : علم المناخ الحيوي والوسط الطبيعي والنظم البيئية

أ) علم المناخ العام.

ب) الوسط الطبيعي والنظام البيئي .

المحور الأول : دراسة وتحليل العوامل المناخية

1) علم المنـــــاخ : climatologie

2) بنية (طبقات) الغلاف الغازي .Stratification de l'atmosphère

3) الحـــــــرارة .

4) الاشعـاع الشـــمسي .

5) الرطوبة الجوية والتكاثف .

6) الضغـــط الجـــــوي .

7) الدورة العامة للرياح : (آليات الدوران العام في الغلاف الجوي).

Les mécanismes de la circulation atmosphérique générale

المحور الثاني : تصنيف المناخ Classification climatique

1) **الأقاليم المناخية وأسس التصنيف.**

1-1) تصنيف الأقاليم المناخية في العالم .

1-1-1) بناء على درجة الحرارة .

2-1-1) بناء على درجة الحرارة وهطول الأمطار .

2-1) أهم التصنيفات المناخية الكبرى .

1-2-1) تصنيف ديمارطون 1925 : De Martonne .

2-2-1) تقسيم "كوبن" Classification de Koppen .

3-2-1) تقسيم ثورانثويت Thornthwaite .

3-1) مناخ البحر الأبيض المتوسط : Mediterranean climate.

1-3-1) خصائص مناخ البحر المتوسط .

2) النطاقات الحيوية المناخية في الجزائر : Les domaines bioclimatiques

1-2) : التدرج الحراري المطري في الجزائر .

2-2) : استعمال طريقة امبرجي في تحديد النطاقات المناخية في الجزائر .

3-2) علاقة النظام المطري بالنباتات والزراعات في الجزائر .

4-2) تأثير المناخ على القدرات والمؤهلات الفلاحية بالجزائر .

المحور الثالث : الجفاف .L'aridité

1)الجفاف (المؤشرات الدالة)..(L'aridité (les différents indices de caractérisation

1-1) تعريف الجفاف : L'aridité (صفة المناخ القاحل).

2-1) مختلف مؤشرات الجفاف : les différents indices d'aridité .

3-1) أنواع الجفاف المختلفة .

1-3-1)الجفاف بمقاربة ميتيورولوجية .

2-3-1)الجفاف الهيدرولوجي .

3-3-1)الجفاف المتعلق بالتربة Edaphic

4-1) مؤشرات أخرى للجفاف .

5-1) عوامل الجفاف .

المحور الرابع : الموازنة المائية(الحصيلة المائية) Le bilan hydrique .

1) الموازنة المائية : أهميها -عناصرها -كيفية حسابها

1-1) أهمية دراسة الموازنة (الحصيلة)المائية .

2-1) عناصر الحصيلة المائية .

3-1) العوامل المؤثرة على التبخر النتح .

4-1) طرق تقدير عملية التبخر النتح .

5-1) تقدير التبخر النتح الفعلي أو الحقيقي: ETR وفق طريقة ثورنثويث .

6-1) حساب مخزون التربة المائي سهل الاستعمال أو المخزون المائي الفعال .

7-1) تحليل جدول الموازنة المائية (محطة تبسة).

المحور الخامس : الجغرافيا الحيوية : La biogéographie .

1) الجغرافيا الحيوية : La biogéographie .

1-1) تعريف الجغرافيا الحيوية.

2-1) المواطن الجغرافية للنباتات وتوزيعها .

1-2-1) المواطن العالمية Cosmopolite .

2-2-1) المواطن المحيطية .

3-2-1) المواطن الإقليمية .

4-2-1) المواطن المتقطعة .

5-2-1) المواطن الاستيعاضية .

2) العوامل المؤثرة في توزيع الكائنات الحية (البيوسينوزات).

1-2) العوامل الداخلية : Les facteurs internes .

2-2) العوامل الخارجية : les facteurs externes .

3-2) عوامل متصلة بالأحياء : les facteurs biotiques .

3) علاقة النباتات بـ (الضوء + الحرارة).

1-3) الضوء .

2-3) الحرارة .

3-3) الحرارة والمظاهر المورفولوجية للنبات .
4) تأثير (المياه والتساقط+الرياح) في النباتات .
1-4) : أصناف النباتات حسب نموها وعلاقته بالرطوبة .
5) الريـاح .
6) العوامل الاحيائية (علاقة الكائنات الحية ببعضها) Les facteurs biotiques.
1-6) علاقة الحيوانات بالنبات .
2-6) تأثير النباتات على بعضها البعض .

المحور السادس : الاوج المناخي وتوزيع التكوينات النباتية في العالم

1) الاوج المناخي وعوامل الانتشار في النبات .
1-1)الاوج المناخي : Climax .
2-1) السلسلة الارتقائية والسلسلة الانتكاسية .
3-1) حالات الكليماكس في الجزائر .
4-1) عوامل انتشار النبات .
2) توزيع التشكيلات النباتية في العالم .
1-2) التوندرا : Toundra .
2-2) التايغا : Taiga .
3-2) نطاق الأشجار المتساقطة الأوراق .
4-2) نطاق الحشائش أو البراري .
5-2) نطاق نباتات البحر الأبيض المتوسط .
1-5-2) **أشجار البحر المتوسط .**
2-5-2) **التدرج النباتي مع زيادة الارتفاع .**
3-5-2) **النباتات الصحراوية .**
6-2) نطاق الشجيرات الشوكية .
7-2) اقليم السفانا .
8-2) نطاق الغابة المدارية المطيرة الدائمة الخضرة

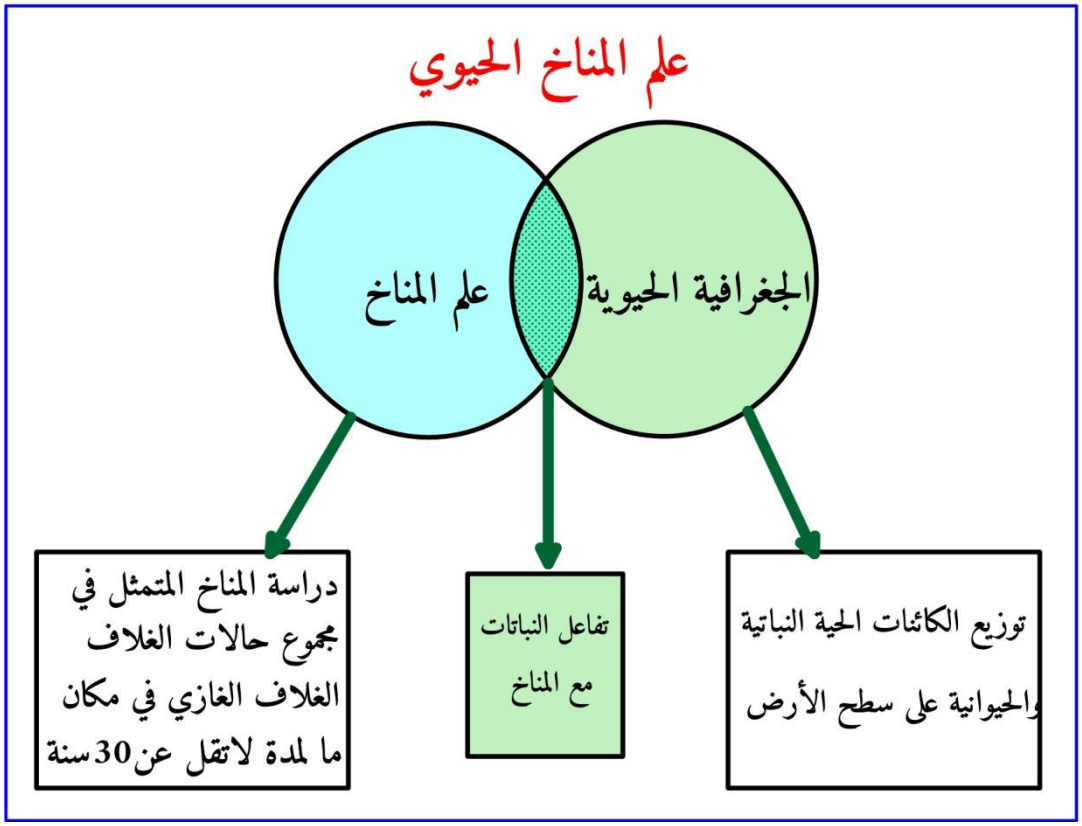
مدخل : علم المناخ الحيوي والوسط الطبيعي والنظم البيئية

أ) علم المناخ الحيوي Bioclimatologie :

تمهيد : تعود الأسس الأولى لعلم المناخ الحيوي الى الأعمال التي قام بها العالم الألماني الأصل الروسي المولد **فلاديمير كوبن** في بداية القرن العشرين ، المتعلقة بتأثير العوامل المناخية على الكائنات الحية (أثر المناخ على نمو وتطور الكائنات الحية وخاصة منها النباتية) ، وتجمعاتها ، وقد عمل على وضع تصنيفا للأقاليم المناخية في العالم تبعا لعاملي الحرارة والتساقط عرف باسمه .

1) **مجالات اهتمام علم المناخ الحيوي :** يغطي علم المناخ الحيوي الكثير من التخصصات العلمية ، وغالبا ما يقسم الى علم المناخ الحيوي البشري ، النباتي(الزراعي والغابي) ، علم المناخ الحيوي الحيواني ، اضافة الى تقسيمات أخرى مثل دراسة سلوك الكائنات الحية المحمولة في الهواء الجوي ، علم المناخ الحيوي الحضري (بالمدن) ، علم المناخ الحيوي للمناطق الجبلية .....الخ

2) **تعريف علم المناخ الحيوي:** هو العلم الذي يدرس العلاقات بين المعطيات المناخية والكائنات الحية وتجمعاتها، فهو يجمع بين مفهومين ويمثل نتاجهما : الجغرافيا الحيوية + علم المناخ والتأثير المتبادل بينهما ، أي تفاعل الكائنات الحية وخاصة منها النباتية مع المناخ (أنظر الشكل التالي).



في دراستنا لهذا المقياس سنأتي لهذين المفهومين بالدراسة ، وقبل ذلك نتطرق لمعرفة الوسط الطبيعي الذي يحتضن كافة هذه العناصر.

ب) الوسط الطبيعي le milieu physique

1) تعريف الوسط :

1- 1) **المعنى اللغوي للوسط**: هو وسط أو مركز المجال أو وسط أو مركز المكان.

1- 2) **الطبيعي** : هو كل مالم يتدخل فيه أو في نشأته أو تطوره الإنسان

ومصطلح الوسط يعني مجموع العناصر التي تحيط بالكائنات الحية بعضها مرتبط بالطبيعة (الطبوغرافيا ، الترب ، المناخ ، الغطاء النباتي) وهو مايشكل الوسط الطبيعي ، وبهذا أصبحت كلمة الوسط تعني المحيط : السمك يعيش في الوسط المائي. وغالبا يستعمل الجغرافيون هذه الكلمة للدلالة على أن الإنسان هو الذي يشغل هذا الوسط (يشغل النقطة المركزية بين مختلف العناصر المكونة للوسط الطبيعي) .

إن ظهور الحياة بالأشكال التي نعرفها اليوم ساعد عليه ظروف متمثلة في وجود الماء والغازات الجوية ومختلف مكونات الصخور إضافة إلى أشعة الشمس. فالأرض مكونة **من أربعة عناصر** تتحرك بينها تدفقات الطاقة والمادة .

الغلاف الصخري: الجزء الصلب من الكرة الأرضية: Lithosphère. **الغلاف المائي**: الجزء السائل (مجاري مائية، بحيرات، بحار، محيطات) Hydrosphère. **الغلاف الغازي**: Atmosphère. **الغلاف الحيوي**: Biosphère.

Le milieu suivant Larousse : Lieu ; point également éloigné des deux termes d'un espace ou d'un temps d'un commencement ou d'une fin, le milieu d'une place, de la nuit, d'une volume

Sphère sociale : cadre entourage, un milieu bourgeois.

2) الإنسان في الوسط الطبيعي : أدخل الإنسان على الوسط عدة تغييرات تبعا لمراحل تاريخية مر بها .

المرحلة 01 : استعمل الإنسان آلات القطف والصيد ، استهلاك الطاقة كان بمقدار 5ملايين حريرة يوميا .

المرحلة 02 : استغل الحيوانات واستأنسها (مرحلة الرعي) . استهلاك الطاقة كان بمقدار 8- 10مليون حريرة يوميا .

المرحلة 03 : استقرار المجتمعات الريفية (اهتم بالزراعة واشتغل بها) استهلاك الطاقة كان بمقدار 12-25 مليون حريرة يوميا .

المرحلة 04 : اكتشاف الصناعة والتحضر وظهور المدن الكبرى، استهلاك الطاقة كان بمقدار 70- 80 مليون حريرة يوميا .

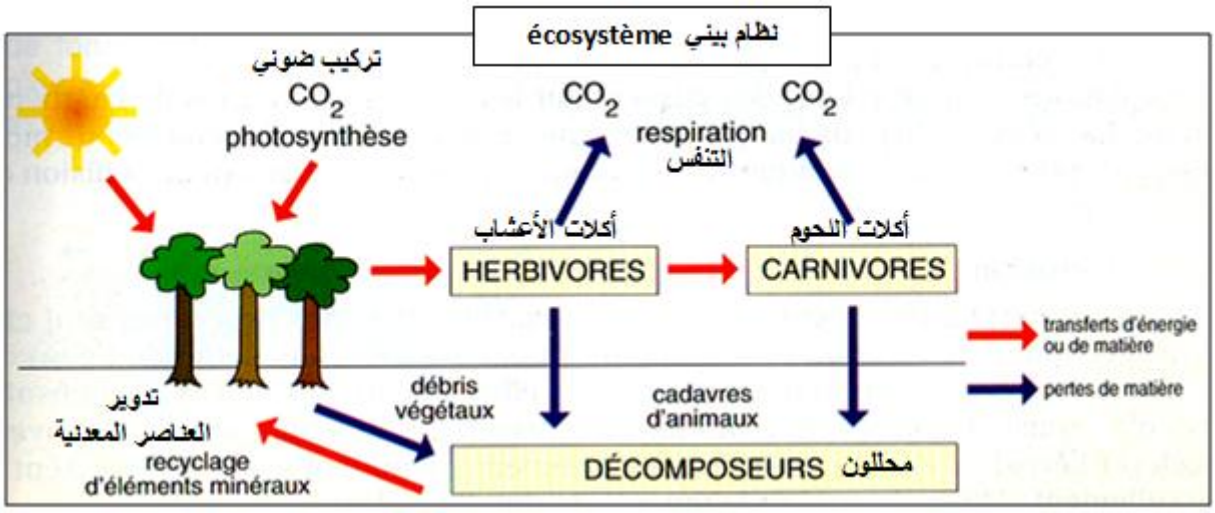
المرحلة 05: الثورة التكنولوجية وتميزت باستعمال أجهزة دقيقة علية التكنولوجيا (الكومبيوتر ، واكتشاف الفضاء) . استهلاك الطاقة كان بمقدار 220 مليون حريرة يوميا .

3) كيفية تحديد مستوى نشاط الإنسان وتأثيره في الطبيعة: س : ما مستوى الحد الأقصى لتدخل الإنسان حتى يصبح الوسط غير طبيعي؟ ج: يكون الوسط طبيعيا حينما عناصر أنظمة المساكنة هي التي تلعب الدور الرئيسي كما هو الحال في مرحلتي القطف والرعي . في المرحلة الثالثة(الزراعة) نسجل مستويين : 1) عندما تستعمل المجتمعات الريفية التي تعيش في الوسط الوسائل التقليدية في حياتها اليومية (مثل استعمال الرماد ومخلفات الحيوانات في الزراعة) وفروع الأشجار في انجاز مساكنها يكون في هذه الحالة الوسط طبيعيا ونجد مثل هذه الأوساط في أوروبا خلال القرن الثامن عشر ، وفي إفريقيا السوداء حاليا. 2) حينما نجد مجتمعات تستعمل الأسمدة الزراعية والبذور المنتقاة (علم الجينات) فالوسط هنا يتحول ليصبح غير طبيعي.

ج) **فكرة أنظمة المساكنة أو الأنظمة البيئية : Ecosystèmes** : هي فكرة تجمع بين :

1) المدى الجغرافي: Le biotope الذي هو قطعة من سطح الأرض (القشرة الأرضية) .

2) المساكنة الحيوية :La Biocénose المتمثلة في مجموع الكائنات الحية الحيوانية والنباتية التي تعيش على هذا المدى الجغرافي ، والعلاقات التي تربطها به .



د) الكتلة الحيوية : Biome هي كتلة الكائنات الحية المتواجدة في وحدة حجم معين مثلا (كتلة من النباتات الموجود في وحدة حجم من ماء البحر) .

ان مصطلح النظام الايكولوجي ، لاينفصل عن نظرية النظم ، مادام يمثل نوع من النظم البيئية ، التي تشتمل على مخلوقات حية ، البيئة والمجتمع يمثلان وحدة واحدة ، البشر أعضاء فاعلون في النظام الايكولوجي مثل النبات والحيوان ، ومن منظور زمني فقد ظل الانسان عبر جزء كبير من تاريخه عضوا مكملا لهذا النظام بدلا من أن يكون متحكما فيه .

كلمة Ecosystem مركبة من كلمتي Ecological System والمشتقتين من كلمتين اغريقيتين : أويكوس Oikos ، بمعنى منزل ولوقوس Logos بمعنى دراسة ، فالايكولوجيا هي علم دراسة الأحياء في مواطنها الطبيعية أو كما عرفها عالم الحيوان الألماني ارنست هايكل : Haekel Ernst بأنها "دراسة علاقة الأحياء بمحيطها الخارجي" .

لقد استعيض عن كلمة ايكولوجيا بـ **Ecosystème المساكنة الحيوية** (نظم ايكولوجية) وتشمل : 1) **عناصر غير حية** : الماء ، الغازات (N2 ، CO2) ومختلف المعادن . 2) **المنتجون:** Producteurs النباتات الخضراء تستعمل الطاقة الضوئية لإنتاج المادة الحية 3) **المستهلكون : Consommateurs** : ويشملون مستهلكون من الدرجة الأولى (حيوانات أكلة للأعشاب أي تتغذى على الأعشاب)، مستهلكون من الدرجة الثانية تتغذى على الحيوانات العشبية (أكلات اللحوم) ، مستهلكون من الدرجة الثالثة تتغذى على أكلات اللحوم (حيوانات مفترسة) 3) **محللون : Décompositeurs** متمثلون في الطفيليات والبكتريا ، والفطريات ،تحلل المواد العضوية وتساعد في عودتها لأصلها المعدني ، وهذا ما يؤلف **الهرم الايكولوجي .**

هـ) الأرض كنظام مركب ومفتوح : نظام الأرض نظام مركب ومفتوح على الكون يلتقط مجمل طاقته من الشمس كبقية الكواكب في المجموعة الشمسية، ويتكون نظام الأرض من تحت أنظمة (الغلاف المائي، الغازي، الصخري، الحيوي).

المحور 01 : دراسة وتحليل العوامل المناخية

1) علم المنـــــاخ : Climatologie

1-1) تعريف جوليوس هان Julius Hann : الحالة الوسطى للغلاف الغازي في مكان معين من سطح الكرة الأرضية

2-1) تعريف صور : Max Sorre : مجموعة الحالات في تتابعها الطبيعي فوق نقطة معينة من سطح الكرة الأرضية .

2) تعريف الميتيورولوجيا Météorologie : العلم الذي يهتم بالدراسة الفيزيائية للغلاف الجوي بقصد معرفة وتفسير الظواهر بهدف توقعها ، وهي كلمة يونانية تعني الأشياء العليا (النجوم والكواكب) وتهتم بدراسة التغيرات اليومية لعناصر الغلاف الجوي ، وحركة الكتل الهوائية واتجاه الرياح وسرعتها وكميات التساقط اليومي بأي مكان .

وبالتالي فان المهام التي يتولاها الرصد الجوي هي :

أولا : مراقبة الغلاف الغازي وقياس المتغيرات الجوية المتمثلة في الحرارة و التساقط ورطوبة الهواء الجوي والضغط الجوي والرياح والإشعاع الشمسي .

ثانيا : توقع الطقس اعتمادا على القياسات المأخوذة وهو ميدان تقني يقوم به مختصون في الرصد الجوي .

3) الفرق بين المناخ والطقس والميتيورولوجيا : من خلال التعريفين السابقين نلاحظ أن "جوليوس هان" قصد بتعريفه علم المناخ Le climat في حين دهب "صور" إلى تعريف الطقس Le temps.

فالطقس هو عبارة عن حالة جوية معينة لفترة قصيرة (من يوم الى أسبوع) فوق نقطة معينة من سطح الكرة الأرضية

أما المناخ فهو مجمل هذه التفاعلات لفترة زمنية طويلة : عدة سنوات قد تزيد عن 35 سنة لمكان معين فوق سطح الكرة الأرضية . ويعد علم المناخ Climatologie أحد فروع الجغرافيا الطبيعية Géographie physique يدرس ظواهر ليس للإنسان دخل فيها (تكوينها أو نشأتها) وتتمثل هذه الظواهر في الغلاف الجوي Atmosphère وخاصة قسمه السفلي الملامس لسطح الأرض ، إن تفاعل الأشعة الشمسية العابرة للغلاف الجوي مع بقية الأغلفة [المائي Hydrosphère الصخري Lithosphère والغلاف النباتي] يؤدي إلى تنوع كبير في درجة حرارة الهواء وبالتالي اختلاف كبير في مقدار الضغط الجوي واتجاه وسرعة الرياح ، وكمية الأمطار المتساقطة من مكان لأخر . وبتنوع عناصر المناخ تتنوع حالته من مكان لأخر .

كلمة "المناخ " مشتقة من اللغة الإغريقية "Clima" ، وتعني: الانحراف أوالميل، بمعنى آخر انحراف الأشعة الشمسية المتساقطة على سطح الأرض سواء على المستوى اليومي أو على المستوى السنوي، أي من فصل إلى آخر .وهذا الميل مرتبط أساسا بميل محور الكرة الأرضية محور (القطبين).

أما الميتيورولوجيا فتعنى بالدراسة الفيزيائية للغلاف الغازي بغية تفسير الظواهر ووضع التوقعات الجوية المستقبلية وهو ما أشرنا اليه سابقا.

4) كيفية دراسة علم المناخ : هناك طريقتان :

1-4) الطريقة التفصيلية La méthode séparatite: وهي تهتم أساسا بدراسة عناصر المناخ كل على حدى ، وذلك للوصول إلى الحالة الوسطى لهذه العناصر التي من خلالها نستنتج خصائص مناخ منطقة معينة ومقارنتها بمناخات أخرى (يعاب عليها عدم اهتمامها بالعلاقات لموجودة بين هذه العناصر وكذلك عدم بحثها في علل هذه العناصر كما لاتدرس ديناميكية هذه العناصر .

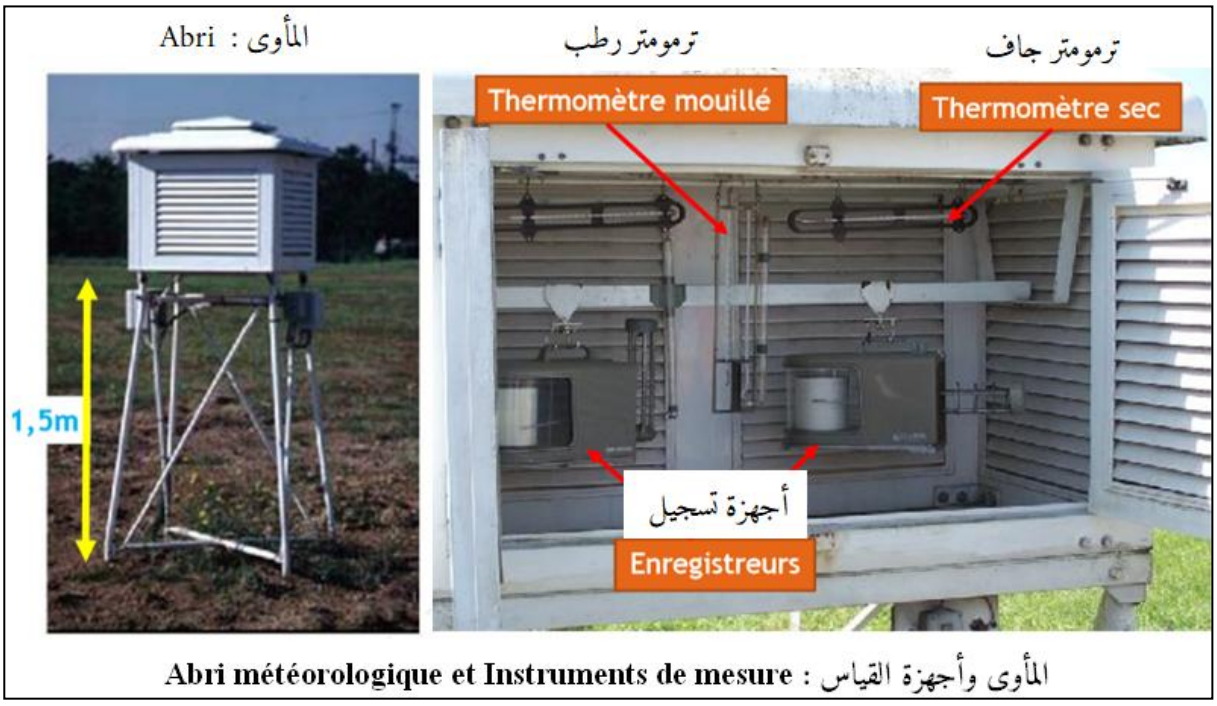
2-4) الطريقة الإجمالية : La méthode synthétique وهي تعتني أساسا بدراسة خصائص الغلاف الجوي التي تتحكم في توزيع هذه العناصر وهذه الخصائص منها الطبيعة والبنية العمودية للغلاف الغازي كما تبحث بتتابع وهي بهذا تفسر الطقس ومن ذلك تفسر عناصر المناخ.

5) مصادر المعطيات المناخية : ليست متعددة وتقتصر على عدد معين من الهيئات أهمها المكتب الوطني للأرصاد الجوية ONM ونشير إلى أن هذه المعطيات تقاس بأجهزة متجانسة لتسهيل الدراسة والمقارنة .

6) ماهية المعطيات وقيمتها: ماهيتها : معطيات خاصة بعناصر المناخ كالرياح والأمطار والحرارة ...

قيمتها : على أهميتها تسجل بها أخطاء ومتوسط الخطأ 10 % بسبب النقص أوالعطب الميكانيكي في الأجهزة، استعمال أعوان غير أكفاء ، ظروف إجراء القياسات وقراءتها، تغير مكان الأجهزة أو توقفها لمدة معينة .

7) استعمال هذه المعطيات : لابد من توفر شروط معينة لاستعمال هذه المعطيات كالتأكد من صحتها وتوفر مدد طويلة ومتجانسة .



Abri météorologique et Instruments de mesure : المأوى وأجهزة القياس

عملية جمع المعطيات تتم من خلال محطة الرصد الجـوي الكلاسيكية التي تضم أدوات وأجهزة لقياس عناصر المنـاخ ، وعلى رأسها المأوى وأدوات القياس على غرار الترمومتر بنوعيه الجاف والرطب ، وذو النهاية الصغرى وذوالنهايـــة العظمى ، وأجهزة تسجيل الحرارة والضغط الجوي والرطـوبة والتبخـر وسرعة واتـجاه الرياح والاشعـاع الشمسي وغيرها ، كما يمكن الحصول عليها من خلال محـــطة الرصـد الجوي الحديثـة الأوتوماتيكيـــة عن طريق لواقط (capteurs)تفي بالغـرض ولاتشغل سوى حيز صغير.

2) بنية (طبقات) الغلاف الغازي Stratification de l'atmosphère

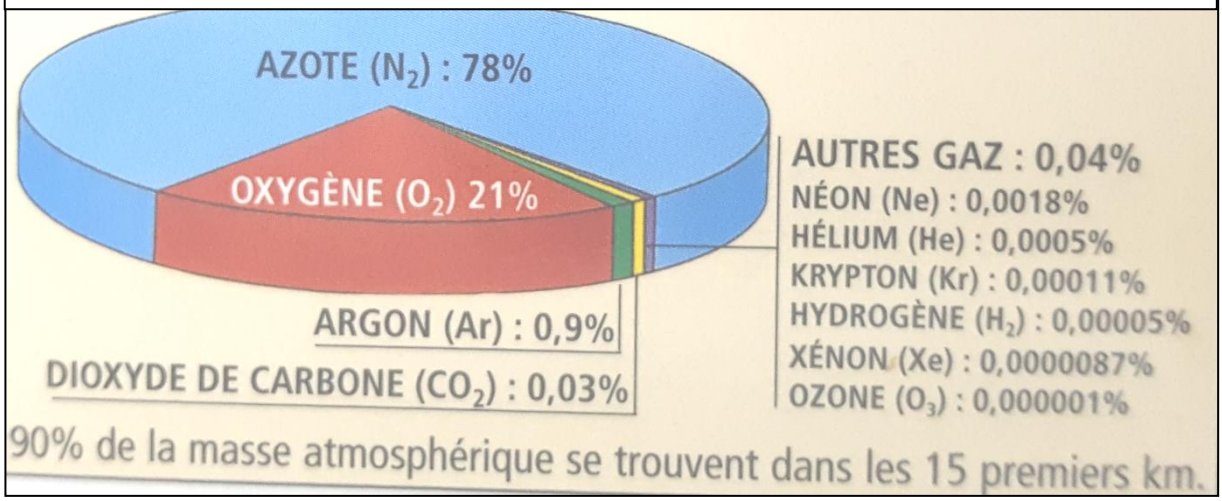
2-1) خصائصه و مميزاته : الغلاف الغازي أو الهواء سمكه يتراوح بين 100الى 200 ميلا ، لالون له ولا رائحة ولا طعم ، لانشعر به إلا عندما يتحرك (ريح Wind) ومن ميزاته أيضا القدرة على الحركة Mobile المرونة Elastic ، الانضغاط Compressible ، التمدد Expansible ، شفاف Transparent بالنسبة للأنواع المختلفة من الأشعة الشمسية التي تخترقه ، ينقل الموجات المنضغطة Compression waves .له وزن ($10X56^{14}$طن)ينتج عنه ضغط تبعا لمدى تقله ، كثافته تنخفض بالارتفاع ، 99% من كتلة الهواء (الغلاف الجوي)لاتبعد بأكثر من 20 ميلا عن سطح الأرض.

2-2) دوره : يحمي الأرض من بقايا الشهب والنيازك ، وهو مصدر تكوين السحب والرياح وسقوط المطر وتكون الموارد المائية على سطح الأرض ، وهو حيوي بالنسبة للكائنات الحية بفضل وجود عنصر الأوكسجين الضروري لعملية التنفس عند الكائنات الحية الحيوانية والنباتية .كما ينظم الهواء الجوي الإشعاع الشمسي ويمنع الفقدان الكلي للإشعاع الأرضي المرتد (ينظم الحرارة بحيث تصبح مناسبة لحياة الإنسان) فلولا وجوده لانعدمت الحياة على سطح الأرض (بسبب اتساع المدى الحراري : حرارة الليل - 300°ف وحرارة النهار + 220° ف)

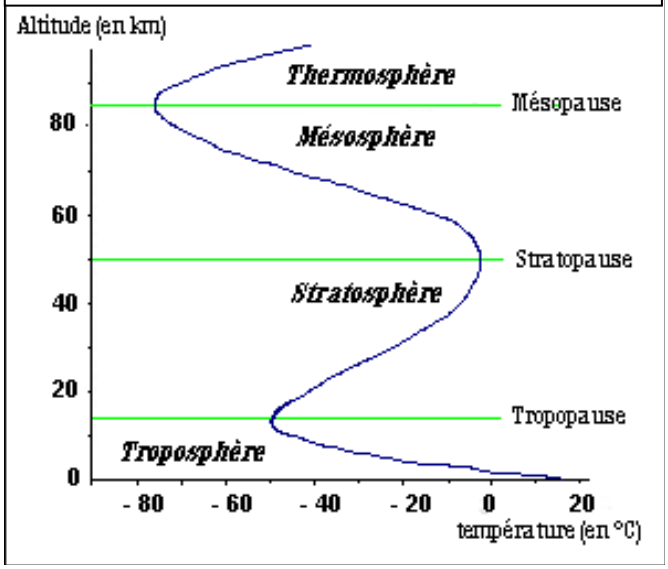
2-3)نشأته : نشأ مع نشأة الكرة الأرضية ومع مراحل تشكل القشرة الأرضية الصخرية (تفاعل المواد المشعة في باطن الأرض أدى إلى انبثاق الغازات الأولية إلى الأعلى وترتبت حسب كثافتها ومدى ثقلها الازوت والأكسجين في الأسفل ، والهليوم والهيدروجين في أعلى الغلاف الغازي) ، يجدد الغلاف الغازي نفسه فثاني أكسيد الكربون من خلال نشاط البراكين وغازات النافورات الحارة وتحلل المواد العضوية وبعض الصخور واحتراق الوقود وكذلك النيتروجين يمر بدورة مركبة تعتمد على نشاط البكتريا في التربة الذي يسمح بانتقاله إلى أنسجة الحيوانات ويظهر عند تحلل المواد العضوية تم يعود إلى الجو ثانية (أي أن النبات + الحيوان +البكتريا ء +بعض التفاعلات في التربة والمياه تساعد على الاحتفاظ بالنيتروجين وتوازنه واستمرار الحياة في التربة والغلاف المائي والهواء).

2- 4) تركيبه: أهم الغازات التي يتكون منها هي N_2 : 78,088 % ، O_2 : 20,9 % ، CO_2 :0,03 % ،A: 0,93 % ويعتبر الأكسجين أهم غاز للحياة ويشكل مع الازوت أهم غازات الغلاف الغازي بنسبة 99 % أما الغازات النادرة المتبقية فتشكل مانسبته 1 % ، كما يحتوي على بخار الماء بنسب متغيرة قد تصل أحيانا إلى 4 % من وزن الهواء عندما يكون مشبعا ، يساعد بخار الماء بحالاته الفيزيائية مع الأتربة(اللون الأزرق للسماء واللون الأحمر لغروب الشمس يرجع إلى أثر اختلاط الأتربة ببعض الغازات وقدرتها على انتشار الأشعة الزرقاء ، والبنفسجية ولولا ذلك لبدت الشمس على شكل جزء مضيء جدا في فضاء أسود) ، CO_2 في حفظ الإشعاع الأرضي .عند 50- 60 ميلا أو ما يعادل 80-100 كلم يقل O_2 , CO_2 وتقل الأتربة(الأتربة تفيد كذرات للتكاثف في سقوط الأمطار (أنوية التكاثف Noyaux de condensation) التكاثف يتم في الجزء السفلي لكثرة الغبار .) والغبار وبخار الماء ويزداد غاز O_3 ذو القدرة على منع بعض الأشعة فوق البنفسجية ولا يسمح سوى بمرور القسم المناسب لسطح الأرض .

التركيب الكيماوي للغلاف الغازي



مقطع عمودي في الغلاف الغازي



2- 5) أقسام الغلاف الغازي :

أولا : طبقة التروبوسفير Troposphère : وتمثل الجزء السفلي من الغلاف الغازي يتراوح سمكها بين 8كم عند القطبين و18كم في المناطق المدارية . يزداد سمكها عند فصول الحرارة المعتدلة في المناطق الاستوائية، وخلال فصل الصيف في المنطقة المدارية. تنشأ بها السحب والعواصف والتيارات الصاعدة ، والتساقط ، تنخفض درجة الحرارة بها مع الارتفاع تدريجيا (الغراديان الحراري 6,5 °م لكل 1000م) وتصل إلى -80 ° ف عند التروبوبوز (القسم الأعلى من التروبوسفير) ، تتعرض الأطراف العليا لطبقة التروبوبوز لتيارات هوائية سريعة " التيارات النفاثة Jet streams " وتعمل الطائرات الحديثة على تفادي السير عكس اتجاهها .الجزء السفلي من التوبوسفير يحتوي على الطبقة لجغرافية Peplopause سمكها 5كم تتغير درجة حرارتها ورطوبتها حسب الفصول .

ثانيا : طبقة الاستراتوسفير : Stratosphère : تقع فوق سابقتها يصل مستوى ارتفاعها 50 كم هواؤها لايتعرض سوى لتغيرات بسيطة حرارية يشبه هواء المناطق القطبية شتاء وهي أعظم سمكا عند المناطق القطبية وقد تختفي معالمها تماما في المناطق الاستوائية .

يتجمع غازO_3 عند أطرافها العليا (الاستراتوبوز) له أهمية في حماية حياة الكائنات الحية الحيوانية والنباتية من خطر الأشعة ما فوق البنفسجية (UV) التي أطوال موجاتها بين 0,2 و 0,3 ميكرومتر ، نسبة الغازات في هذه الطبقة تبقى ثابتة وتبدأ تقل كثافتها[1] .(نشاط UV يزداد بحيث تفكك ذرات O_2 إلى O وتتحد الأخيرة O الأحادية مع جزيئات

O_2 لتكون الأوزون O_3 ومن جهة ثانية UV تؤثر علىO_3 وتفككه ويجب أن تكون عمليات الهدم أو التركيب ل O_3متوازنة لحماية الأرض) .

ثالثا : طبقة الميزوسفير : Mésosphère تقع بين طبقتي الاستراتوسفير والترموسفير ارتفاعها يصل إلى 90 كلم سمكها يقارب 50 كلم[2] ترتفع حرارة قسمها الأسفل تم سرعان ماتتناقص لتصل -90° م في قسمها الأعلى (الميزوبوز) ، يرجع الفضل لهذه الطبقة في احتراق بقايا الشهب والنيازك وهوما يفسر ارتفاع درجة الحرارة بقسمها السفلي .

رابعا : طبقة الترموسفير Thermosphère:ترتفع درجة حرارة هواء هذه الطبقة فتصل حتى 2000 درجة فهرنهيت[3]. القسم السفلي منها (الايونوسفير أو طبقة الأثير Ionosphère) توجد بها الغازات منخفضة الكثافة كالهيليوم والهيدروجين بحالة متأينة أو شار دية .وبالتالي تنعكس عندها الموجات الكهرومغناطيسية اللاسلكية (له أهمية في الاتصالات اللاسلكية) ، وجود الغازات بشكل (أيونات ، الكترونات ، بروتونات)عند سقوط أشعة الشمس بالاينوسفير يسبب الوهج القطبي أضواء مروحية (Aurora Borealis بالقطب الشمالي و Aurora Australis بالقطب الجنوبي) بالقطبين المغنطيسيين للأرض. وتمتاز هذه الطبقة بأنها تشبه الفراغ (ضغط منخفض كبير).

ملاحظات:

[1]: لكل طبقة من طبقات الغلاف الغازي غازات تمتاز بكثافتها ، وحجمها وضغطها (صفات فيزيائية) وفقا للعلاقة :

$PV = RT$ حيث : P : ضغط الغاز ، V : حجم الغاز ، R : ثابت يتغير حسب الغاز ، T : درجة حرارة الغاز.

[2] : قياس سمك الطبقة الغازية بقانون لابلاس حسب ضغطها :

$\mathbf{Z\text{-}Z_0 = 6{,}75\ T\ Log\ (P_0/P)}$ حيث :

$Z\text{-}Z_0$: الفرق بين ارتفاعي الطبقة ، T : درجة الحرارة المطلقة للطبقة ، p_0 : الضغط الجوي عند Z_0 ، p : الضغط الجوي عند Z.

[3] : تحويل درجة الحرارة من الكالفن إلى الفهرنهيت يتم وفق العلاقتين التاليتين:

$\mathbf{C = 5/9\ (F\text{-}32)}$

$\mathbf{F = 9/\ 5\ C{+}32}$

حيث : C درجة الحرارة المئوية ، F : درجة الحرارة بالفهرنهيت .

الوحدة	الرمز	درجة التجمد	درجة الغليان
المئوي Celsius	°C	°0	°100
الفهرنهايتي Fahrenhei	°F	°32	°212
المطلق Kelvin	°K	°273.2	°373.2

3) الحـــــــرارة

3-1) كيفية انتشار الحرارة: تنتقل الحرارة بطرق ثلاثة وهي :

أ) **التوصيل: La conduction** وهو توصيل الحرارة عن طريق التماس بين الجزيئات الدقيقة، أو توصيل الحرارة خلال وسط جامد أو سائل أو غاز ، وتستمر هذه العملية لغاية حدوث التعديل الحراري .

ب) **حركات الكتل الهوائية** : وهي

- حركات أفقية بسيطة : انتقال كتلة هوائية بين مكانين مختلفين في الحرارة ، وتتم بفعل الرياح (حركة الهواء من مناطق الضغط الجوي المرتفع إلى مناطق الضغط الجوي المنخفض) .

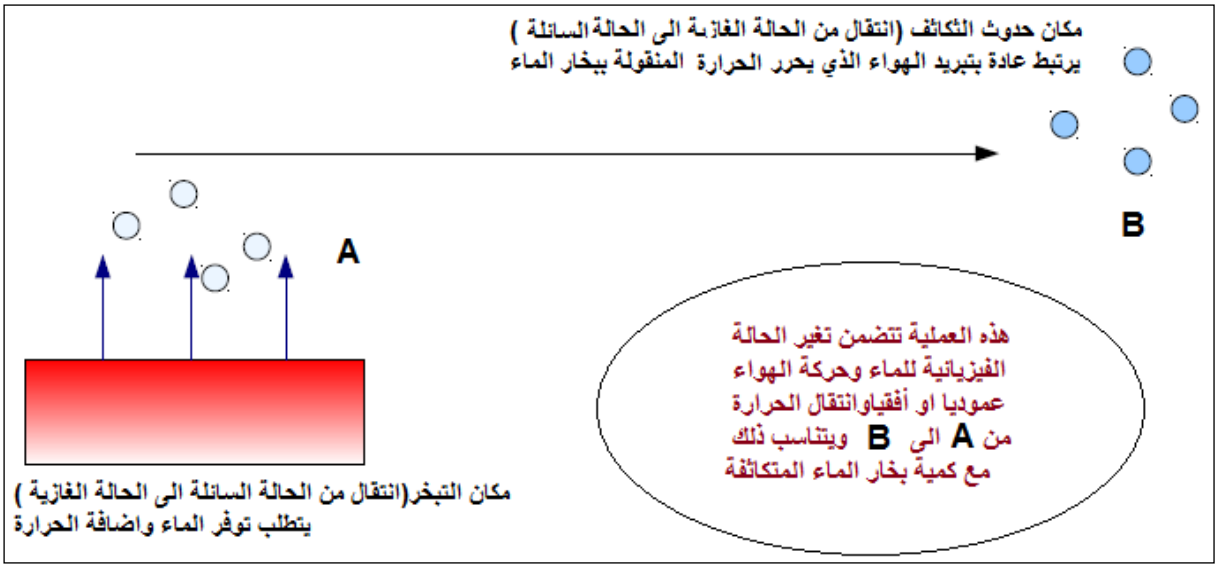
- حركات عمودية وهي على نوعين :

تدفق حراري نحو الأعلى Convection أو تيارات الحمل الصاعدة : عندما يسخن الهواء الملامس لسطح الأرض بفعل الإشعاع الأرضي فانه ينساب إلى أعلى ويصبح أقل كثافة (التيارات الحرارية الصاعدة) ويتم الانتقال الحراري عن طريق عملية التوصيل.

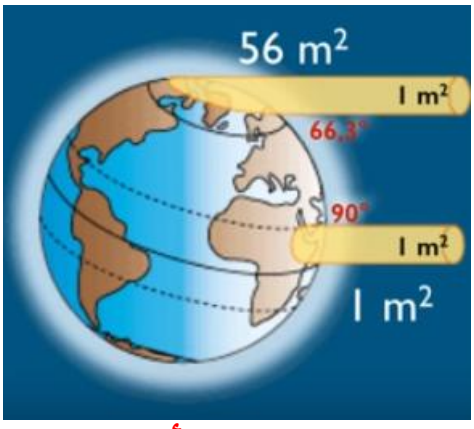
تدفق حركي نحو الأعلى : إن تبرد كتلة هوائية قليلة الحرارة في أعالي التروبوسفير يؤدي إلى تقلصها وازدياد وزنها فتهبط تحت تأثير الجاذبية إلى الأسفل ، وفي مقابل ذلك تصعد الكتلة الحارة إلى أعلى إن هذا التزحزح يؤدي إلى انتقال الحرارة بين الكتل الهوائية بعملية التوصيل لغاية حدوث التعادل الحراري .

ج) **الإشعاع:** وهو انتقال الطاقة دون وجود وسط مادي عبر الفراغ. فالإشعاع وسيلة انتقال الطاقة من الشمس إلى الأرض عبر مسافة 149مليون كلم على شكل موجات كهرومغناطيسية . تمتص الأرض جزءا من الإشعاع الشمسي خلال النهار وتعيده الأرض على شكل موجات طويلة غير مرئية في نطاق ماتحت الحمراء وهو مانسميه بالإشعاع الأرضي يسمح هذا الأخير بتسخين طبقات الغلاف الغازي القريبة من سطح الأرض لذا تنخفض درجة الحرارة بالارتفاع في الغلاف الغازي

د) **تغير الحالة الفيزيائية للمياه :** بتزويد جسم ما بالطاقة الحرارية يمكن جعله يغير من حالته الفيزيائية فالماء يتواجد على ثلاث حالات(غز، سائل ، صلب) وبانتقاله من حالة لأخرى يمكنه تحرير أو امتصاص طاقة ، فالانتقال من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة أو الصلبة يترتب عنه فقدان للحرارة وتبريد الهواء أما العكس فينتج عنه اكتساب للحرارة .



2-3) :العوامل المؤثرة في تغير درجات الحرارة:

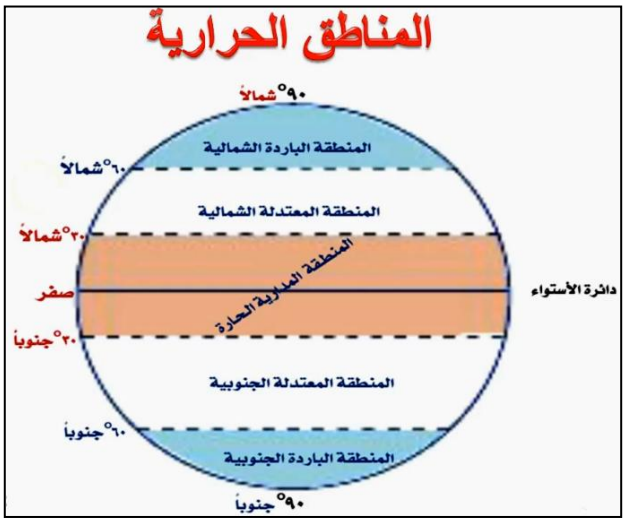


زاوية ورود الأشعة

1-2-3) مدى القرب والبعد من المناطق الاستوائية على اعتبار تعامد أشعة الشمس على هذه المناطق في معظم أيام السنة ، وقصر طول المسافة التي تقطعها اشعة الشمس لبلوغ هذه المناطق مقارنة بالمناطق القطبية والعروض العليا أنظر الشكل (زاوية ميل الأشعة الواردة والمسافة التي تقطعها) وبالتالي كان توزيع المناطق الحرارية وفق ما يوضحه الشكل الموالي (المناطق الحرارية).

2-2-3) توزيع اليابس والماء غير المنتظم : يؤثر ذلك على تباين درجات الحرارة على سطح الأرض بسبب :

- تبعا للخصائص الفيزيائية لكل من الماء واليابسة، نجد أن اليابسة أو الأرض تكتسب الحرارة بسرعة وتفقدها بسرعة أما الماء فيكتسب الحرارة ببطيء ويفقدها ببطيء مما يجعل المدى الحراري أكبر على اليابسة وبالتالي تواجد المناخ القاري على اليابسة.



- المياه متحركة مما يساعد على انتشار الحرارة وحدوث التعديل الحراري أما اليابسة فتتركز بها الحرارة مما يزيد من القارية.
- المياه شفافة مما يساعد على انسياب اليابسة الى أعماق بعيدة عكس اليابسة .

3-2-3) تأثير التيارات البحرية الحارة والباردة : ان اختلاف درجة حرارة المياه وملوحتها يؤدي الى اختلاف كثافتها ونشوء التيارات البحرية الدافئة منها يصاحبها هواء دافئ والباردة يصاحبها هواء بارد وفي كلتا الحالتين يترتب عنه تغير درجة الحرارة بالناطق الواقعة بالقرب من أماكن مرورها ومن ذلك تأثير تيار خليج المكسيك البارد على غرب أوروبا وكذا تأثير التيارات القطبية الباردة .

4-2-3) أثر الغطاء النباتي : تعمل النباتات على تلطيف درجات الحرارة بامتصاصها لجزئ من أشعة الشمس وبعملية النتح من جهة أخرى أما المناطق الجرداء الخالية من النباتات فتسقط بها الأشعة مباشرة يمتص بعضها ويعاد بعضها على شكل اشعاع أرضي يعمل على تسخين الهواء المجاور .

الارتفاع بالمتر	درجة الحرارة بالمئوي
0	15
111	14.3
988	8.6
1949	2.3
3012	- 4.6
4206	- 12.3
5574	- 21.2
16180	- 56.5

5-2-3) أثر الارتفاع عن مستوى سطح البحر : في المناطق الجبلية بسبب نقصان غاز ثاني أكسيد الكربون وكذا بخار الماء وذرات الغبار فان الحرارة تتناقص بالارتفاع .

3-2-6)أثر الكتل الهوائية : انتقال الكتل الهوائية الباردة يسبب برودة المناطق التي تصلها أما انتقال الكتل الهوائية الحارة فيسبب رفع درجة الحرارة .

3-2-7)أثر الرياح المحلية : كرياح السيروكو في الجزائر والتي يمتد أثرها لشمال البحر الأبيض المتوسط ، (نسيم البحر ، نسيم البر) ، (نسيم الجبل ، ونسيم الوادي) ...الخ

3-2-8)أثر الانخفاضات الجوية والارتفاعات الجوية : من شأن ذلك أن يتسبب في اضطرابات جوية بين الساعة والأخرى وبين اليوم والأخر .

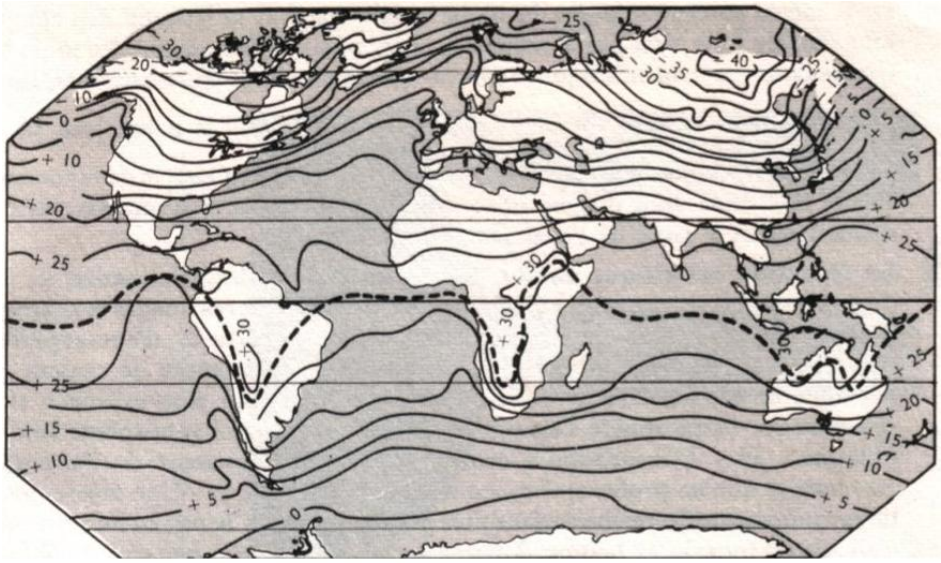
ملاحظة : سبقت الاشارة الى توزيع اليابس والماء والقارية ، لحساب هذه الأخيرة نستعمل :

Indice de continentalité johansson (1931) : IC = (1,6 x A/ Sinα) - 14

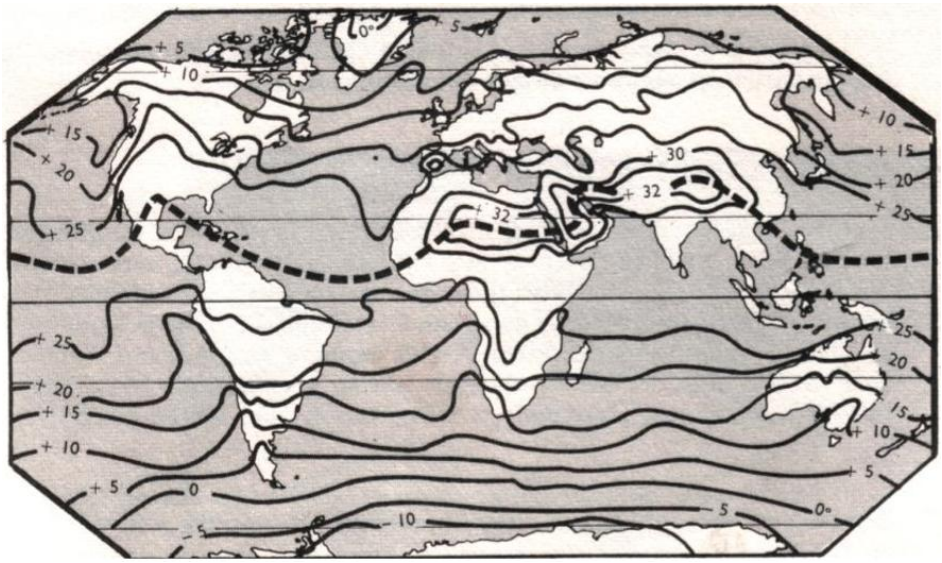
A : amplitude annuelle de la température en degrés C ;

α : Latitude géographique

IC : exprimé en pourcentage (0%correspond à un climat océanique et 100% climat continentale)

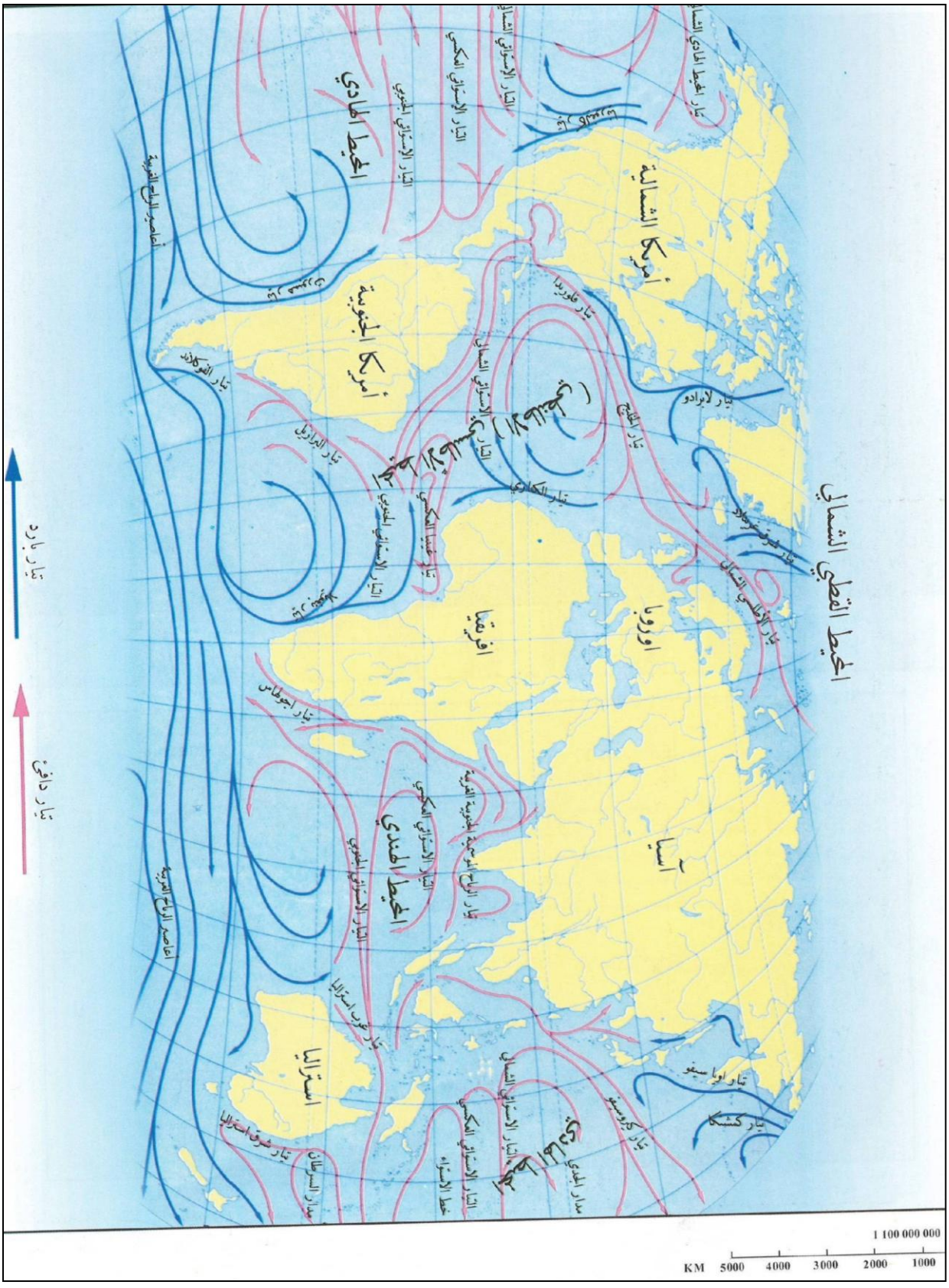


خطوط الحرارة المتساوية في شهر جويلية



خطوط الحرارة المتساوية في شهر جانفي

التيـــــارات البحـــــــــرية



4) الاشـــعاع الشمســي

1-4) مصادر الحرارة : باطن الأرض (براكين +نافورات حارة) ، الفضاء الخارجي (احتراق الشهب والنيازك)غير أن أثر هذين المصدرين في تسخين الهواء الجوي يعد محدودا . الاشعاع الشمسي (صادر عن الشمس) ويمثل المصدر الأساسي للطاقة ، ان ارتداد الاشعاع الشمسي يعطينا مايسمى بالاشعاع الأرضي يعمل على تسخين طبقات الغلاف الغازي بمساعدة (CO_2 ، وبخار الماء ، والغبار والأتربة والغازات عالية الكثافة).

2-4) الشمس : هي بمثابة مفاعل نووي اندماجي ، قطرها 860 ألف ميل ، كتلتها 332000 مثلا لكتلة الأرض وهي شديدة الحرارة ، حرارة سطحها نحو 7000 درجة مطلقة تزداد بالاتجاه نحو المركز لتصل إلى 20 مليون درجة مطلقة ، تتكون الشمس من 71 % هيدروجين ، 18 % هيليوم . ينتج الاشعاع الشمسي عن اندماج ذرات الهيدروجين في باطن الشمس واشتقاق الهيليوم وما يصحبه من نقص في الكتلة يتحول الى طاقة.(4 ملايين طن من الهيدروجين في الدقيقة) منذ تشكل الأرض الى الوقت الحالي قدر النقصان المسجل في كتلة الشمس بحوالي 1/10000 ، ولهذا النجم القدرة على الاستمرار دون نقص معتبر لمدة 30 مليون سنة .

1-2-4)تقدير حرارة الشمس :اعتمادا على الطاقة الاشعاعية الواردة من الشمس الى وحدة مساحة من سطح الأرض خلال دقيقة يمكن قياس حرارة الشمس :

الطاقة المنبعثة من الشمس في دقيقة = σ x ر^4 x ط نق^2

إذا كانت المسافة ف تفصل الأرض عن الشمس فان

هذه الطاقة = ش σ ر^4 نق^2 / ف^2

ش : معامل انبعاث الاشعاع للسطح

ر : درجة الحرارة المطلقة

σ : ثابت يساوي : 1,37 x 10 ^{12} سعر / سم^2/ ثانية وتسمى هذه الكمية بالثابت الشمسي .

وجد أن متوسط قيمة الثابت الشمسي = 1,937 سعر /سم2/دقيقة

وفي حالة معامل انبعاث الاشعاع للسطح =1 فان : نق = 6,97 x 10 ^{5} كلم

ف = 1,49 x 10 ^{8} كلم

ر : درجة حرارة سطح الشمس = 5730° مطلقة تقريبا .

2-2-4) أنواع الاشعاع الشمسي : ميز العلماء ثلاثة أنواع من الاشعاع الشمسي :

أولا : **الأشعة الحرارية** : وتعرف بما تحت الحمراء IR (أشعة غير مرئية)تنتمي الى الأشعة ذات الموجات الطويلة (0,75 – 4 مكرون) ، نسبتها : 46 % من جملة الاشعاع الشمسي أو الطيف الكهرومغناطيسي .

ثانيا : **الأشعة الضوئية :** أشعة مرئية ، نسبتها : 45% من مجموع الاشعاع الشمسي ،طول موجاتها (0,40 – 0,74 مكرون) علما أن المكرون = 0,001 ملم

ثالثا: **الأشعة البنفسجية ومافوق البنفسجية :** تسمى أيضا الأشعة الحيوية ، نسبتها 9 % من مجموع الاشعاع الشمسي طول موجاتها (0,17 – 0,40)

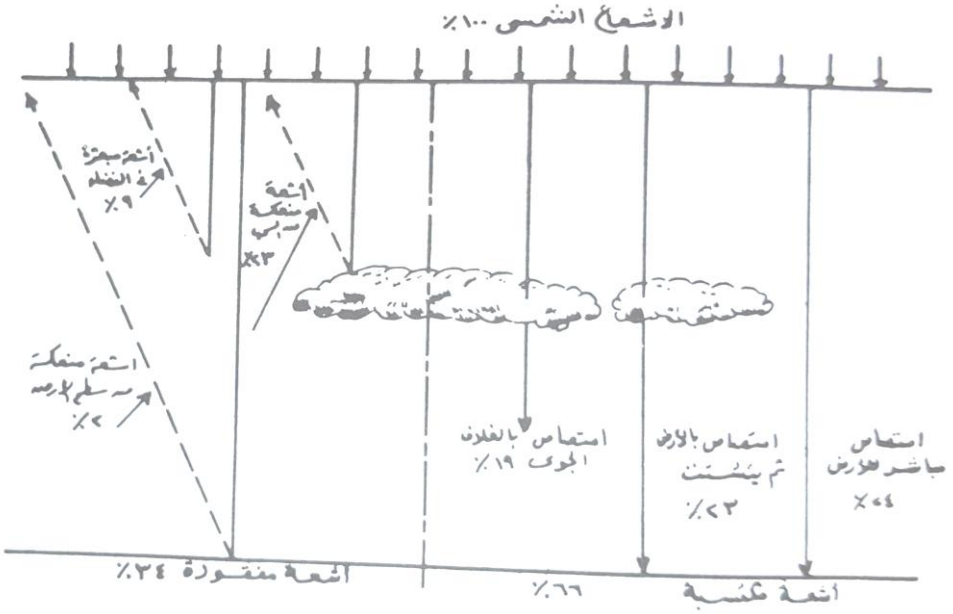
3-4) الميزانية الحرارية : يرتد جزءا من الاشعاع الشمسي الى الغلاف الغازي ويشكل الاشعاع الأرضي

الاشعاع الأرضي +(convection +conduction + مواد تمتص الحرارة في الغلاف الجوي) =تنوع الحرارة عموديا وأفقيا .وهذا مع حركات انتقال الهواء وعمليات التبخر والتكاثف .

4-4) الاشعاع الشمسي : طاقة حرارية واردة عن طريق موجات كهرومغناطيسية ، أو طيف كهرومغناطيسي وارد الينا من الشمس لايصل بكامله لسطح الأرض ، وقد تبين أنه قسمين :

أشعة منعكسة وتقدر ب 34 % منها 32 % ينعكس بواسطة السحب وينتشر في الفضاء (23 % بواسطة السحب ، 9 % تنتشر في الفضاء) ، 2 % ينعكس الى الفضاء من سطح الأرض مباشرة . وتسمى الاشعة المنعكسة (**34** %) بنورانية الأرض Earth Albedo ، وللسحب القدرة على عكس الشعة اكثر من الليابسة ، المناطق القطبية اكتر من الاستوائية

أشعة ممتصة وتقدر ب 66 % : تمتص من طرف سطح الأرض والهواء الجوي كما يلي : (19 % تمتص في الهواء الجوي ، 24 % تمتص من طرف سطح الأرض مباشرة ، 23 % تمتص من طرف سطح الأرض بعد تشتتها في الفضاء).



المحصلة الاشعاعية (100=66+34)

5-4) العوامل المؤثرة في تنوع قوة الاشعاع الشمسي :

1-5-4) مدى ثبات قوة الاشعاع الشمسي ذاته (أو الثابث الشمسي) :وهذا يتوقف على :

أ) قوة النشاط الاشعاعي للشمس .

ب) اختلاف طول المسافة بين الأرض والشمس .

2-5-4) مدى شفافية طبقات الغلاف الغازي :

3-5-4) اختلاف عدد ساعات اشراق الشمس خلال اليوم من مكان لاخر.

4-5-4) زاوية ميل الأشعة الساقطة على سطح الأرض.

5) الرطوبة الجـــــوية والتكاثف

تقديم: يعد بخار الماء في الجو العامل الرئيسي لحدوث عمليات ومظاهر التكاثف واختلاف نسبة الرطوبة ، وتكوين السحب والتساقط والرؤية وتنظيم الإشعاع الشمسي وتوزيع الحرارة .

1) بعض المصطلحات المرتبطة بالرطوبة :

1-1) ضغط بخار الماء : يقاس بالميليبار ، والضغط الفعلي لبخار الماء يساوي ضغط بخار الماء في الهواء المشبع (الرطوبة النسبية = L'humidité relative = % 100 عند درجة حرارة معينة ومقدار ضغط جوي معين) اي عندما يبلغ الهواء درجة التشبع Le point de saturation وتسمى درجة الحرارة التي يبلغ فيها الهواء درجة التشبع بدرجة حرارة نقطة الندى : Point de rosée .

وكلما زادت درجة حرارة الهواء وقل ضغطه الجوي زادت قدرته على تحمل بخار الماء.

1-2) الرطوبة الجوية : هي وجود بخار الماء على أحد أشكاله الثلاثة في الغلاف الغازي (سائل ، غازي ، صلب) أكبر كمية للرطوبة الجوية (بخار الماء) توجد في الطبقة الجغرافية أي على ارتفاع لايزيد عن 3 كم .

1-2-1) الرطوبة المطلقة:L'humidité absolue = مقدار وزن البخار الموجود بوحدة حجم من الهواء تقاس ب الغرام /سم^3

1-2-2) الرطوبة النسبية: L'humidité relative = النسبة بين مقدار بخار الماء الموجود فعلا بوحدة حجم من الهواء وبين مقدار ما يمكن أن يحمله هذا الحجم ليصل إلى درجة التشبع في نفس درجة الحرارة ومقدار الضغط .

الرطوبة النسبية = (الرطوبة المطلقة \ الرطوبة عند درجة التشبع)x 100

ويلاحظ أن كثافة بخار الماء (الكتلة \ الحجم) تتناسب مع الضغط الذي تسببه

ر . ن = (ض \ ض ش) x 100

حيث : ر . ن : الرطوبة النسبية

ض : ضغط بخار الماء الجزئي عند درجة حرارة ما

ض . ش : ضغط بخار الماء في حالة التشبع عند نفس درجة الحرارة .

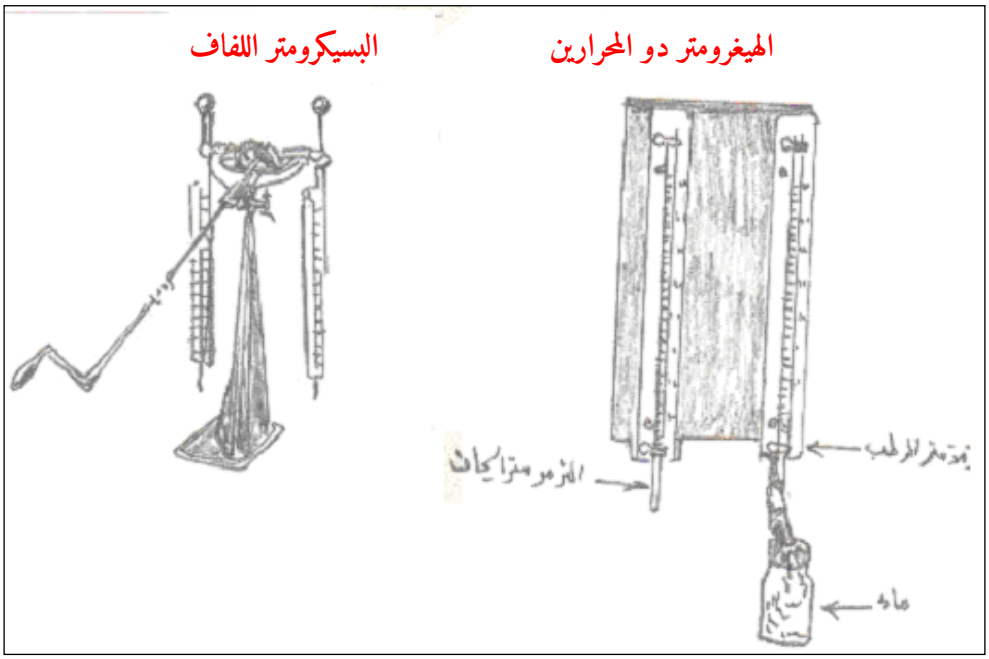
مثال : 1 كلغ من الهواء يحمل فعلا 9 غ من بخار الماء ، ويمكنه أن يحمل 12 غ في نفس الشروط من الحرارة والضغط فان **الرطوبة النسبية** تساوي : **(9 \ 12) x 100 = 75 %**

إذا ارتفعت حرارة الهواء فيمكنه حمل وزن اكبر قد يصل 15غ وعندئذ تكون الرطوبة النسبية تساوي : **(9 \ 15) x 100 = 60 %** . وإذا انخفضت الحرارة فان قدرته على حمل بخار الماء تنخفض وقد تصل 9غ وعنئذ الرطوبة النسبية هي : **(9 \ 9) x 100 = 100%** . أي تبلغ درجة التشبع فلا يستطيع حمل بخار الماء وتتفق درجة التشبع مع نقطة الندى ويتعرض البخار للتكاثف . فالرطوبة النسبية تتأثر بالحرارة والضغط الجوي ويعتبر الهواء رطب عندما تتعدى نسبة الرطوبة 70 %، جاف عندما تتراوح بين 50 %، 70 %، وجاف جدا عندما تكون أقل من 50 %

1-3) درجة حرارة نقطة الندى : Le point de rosée : هي درجة الحرارة التي يبلغ عندها الهواء درجة التشبع أي الرطوبة النسبية 100 %

2) : قياس الرطوبة : من أجهزة قياس الرطوبة الجوية

الهيغرومتر : Hygromètre يتكون من ترمومترين حراريين أحدهما معرض للهواء مباشرة (ترمومتر جاف) يسجل درجة حرارة الهواء والثاني فقاعته ملفوفة بقطعة قماش مبلل(ترمومتر مبلل) درجة حرارة الأخير تكون اقل من تلك المسجلة في الأول بفعل البخر ويزداد الفارق بينهما بزيادة شدة التبخر ، وبجداول خاصة يمكن حساب نسبة الرطوبة في الجو بمعرفة الفرق بين القراءتين .وتؤثر سرعة الرياح في كمية التبخر.



البسيكرومتر : Psychromètre : يتركب من حامل حديدي يتبث عند طرفه العلوي تروس نحاسية ، وبه حاملان على أحدهما ترمومتر جاف وعلى الأخر ترمومتر مبلل في وضع رأسي وعند قياس الرطوبة في الجو تدار يد حديدية متصلة بالتروس ، ويؤثر الهواء الناتج عن عملية لف الترمومترين في تبخر المياه من الترمومتر المبلل ، تم بمعرفة الفارق في درجة الحرارة يمكن معرفة الرطوبة من جداول خاصة.

الهيغروغراف : Hygrographe : يعتمد على خاصية قصر أو ازدياد طول شعر الإنسان مع زيادة أونقصان الرطوبة بمقدار 3% وينعكس تغير الطول على مؤشر يسمح بقراءة مقدار الرطوبة النسبية على ورق مثبت حول أسطوانة تدور بساعة بداخلها.

3) التكاثف: عندما يصل الهواء إلى درجة التشبع يتحول بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة (التكاثف: Condensation) أو الصلبة (التسامي : Sublimation) .

1-3): شروط التكاثف : لحدوث هذه العملية لابد من توفر شروط منها:

1-1-3) أنوية التكاثف : وهي نوعين أنوية محايدة وأنوية مكهربة ، وتتمثل في الأتربة وذرات الرمال الدقيقة ، والجزيئات الكربونية والملحية ، والذرات الكونية الناتجة عن الشهب والنيازك ، وتتحد انوية التكاثف المحايدة والمكهربة لتشكل أنوية التكاثف وهي ضرورية لعملية التكاتف .

2-1-3) وجود الهواء الرطب : لكي تستمر عملية التكاثف لابد من بخار الماء وحدوث التشبع الزائد .

3-1-3) انخفاض الحرارة : وجود بخار الماء وانخفاض درجة الحرارة وانضغاط الهواء يساعد على التكاثف والتسامي .وأهم عوامل تبريد الهواء وحدوث التكاثف هي:

عوامل ذاتية : Adiabatic processes : عوامل تؤدي الى انخفاض درجة حرارة الهواء ذاتيا دون إضافة حرارة أو فقدان من أهمها :

أ) انخفاض الضغط الجوي عند سطح الأرض وارتفاع الهواء إلى أعلى وتعرضه للبرودة يؤدي لحدوث التكاثف وتكوين الضباب .

ب) صعود الهواء إلى أعلى بفعل تيارات الحمل الصاعدة : Convection .

تجميع الهواء أو الكتل الهوائية على طول أسطح الجبهات : Frontal convergence .

ارتفاع الهواء فوق المنحدرات الجبلية .

عوامل غير ذاتية : Non Adiabatique processes : ونتلخص فيما يلي :

أ) فقدان الحرارة عن طريق الإشعاع الأرضي: الإشعاع المباشر عن طريق الهواء الرطب مما يؤدي إلى تكوين السحب والضباب .

ب) اتصال الهواء بأسطح باردة وفقدان الحرارة (conduction) ينتج عنه تكوين الندى (Dew(rosée، الصقيع Frost (gelée)، الضباب.(brouillard)

ج) امتزاج الهواء مع هواء أخر أبرد منه يؤدي لحدوث التكاثف.

4) السحب : المصدر الأساسي لكل أنواع التساقط ، وهي من مظاهر التكاثف العلوي أي التي تحدث في الأجواء العليا في الهواء الصاعد المحمل بخار الماء ، الذي يتعرض الى التكاثف والتسامي وتبعا لذلك فالسحب تتكون من قطريات مائية أو بلورات ثلجية .

وترتبط **درجة التغيم** بكثافة السحب حيث قسم الميتيورولوجيون درجة التغيم إلى :

أ) **سماء صافية:** السحب تغطي 0.1 من السماء. ب) **سحب مبعثرة:** السحب تغطي من 0.1 إلى 0.5 من السماء .

ج) **سحب متقطعة** : السحب تغطي من 0.5 إلى 0.9 من السماء . د) **سماء ملبدة** : السحب تغطي أكثر من 0.9 من السماء . وتختلف السحب حسب مقدار ارتفاعها وتنوع أشكالها تبعا لظروف نشأتها.

1-4) أنواع السحب :

1-1-4) حسب الشكل: هناك نوعين من أنواع السحب: أ) ظاهرة المعالم: يمكن ملاحظة الجوانب، القمة والأسفل.

ب) غير ظاهرة المعالم : لايمكن ملاحظة الجوانب ولا نرى القمة والقاعدة أو العكس فلا نستطيع رسم شكلها .

2-1-4) حسب الارتفاع : سحب مرتفعة جدا : ارتفاعها يتراوح بين 13 و 19 كلم وعادة ماتكون جزيئاتها صلبة .

سحب متوسطة الارتفاع: ارتفاعها بين 8 و 12 كلم جزيئاتها سائلة .

سحب منخفضة الارتفاع : ارتفاعها من 2 الى 8 كلم .

سحب منخفضة جدا : اقل من 2 كلم .

النوعين الأخيرين جزيئات السحب فيهما مائية .

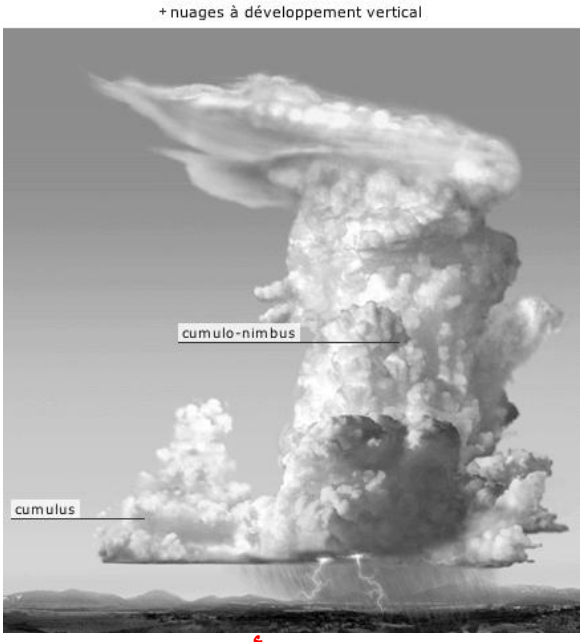
3-1-4) حسب اللون : هناك سحب بيضاء ،سحب رمادية ، سحب داكنة ويدل اللون على مدى غنى هذه السحب بالمياه (البخار) .كما تختلف السحب عن بعضها البعض فقد نجدها :

سمحاقية : **Cirrus** كأنها ريش أبيض أو طبقية **Stratus** على شكل طبقات أو ركامية **Cumulus** على شكل ركام متجمع دون شكل معين .

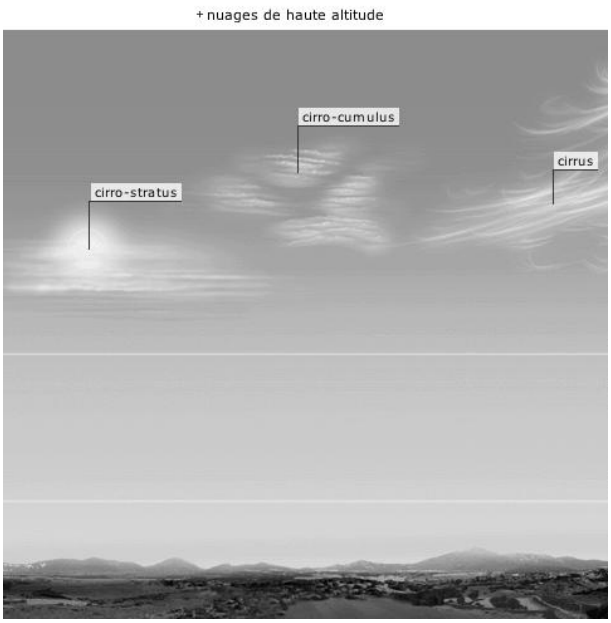
كلمة **Alto** تستعمل للدلالة على الارتفاع المتوسط . كلمة **Strato** تستعمل للدلالة على السحب الطبقية . كلمة **Fracto** تستعمل للدلالة على السحب المتقطعة .

وبناء على ماسبق نجد من بين **السحب المرتفعة :** سحب السمحاق : Cirrus Ci ، السمحاق الطبقي Cirrostratus Cs السمحاق الركامي Cirocumulus Cc . **السحب المتوسطة الارتفاع** : Altostratus As ، Altocumulus Ac .

السحب المنخفضة : طبقية ركامية Strato cumulus Sc ، طبقية Stratus St ، سحب المزن الركامي Nimbustratus Ns .



سحب ذات نشأة عمودية

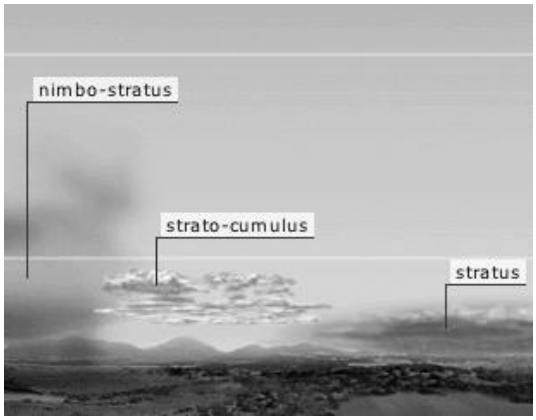


سحب عالية الارتفاع

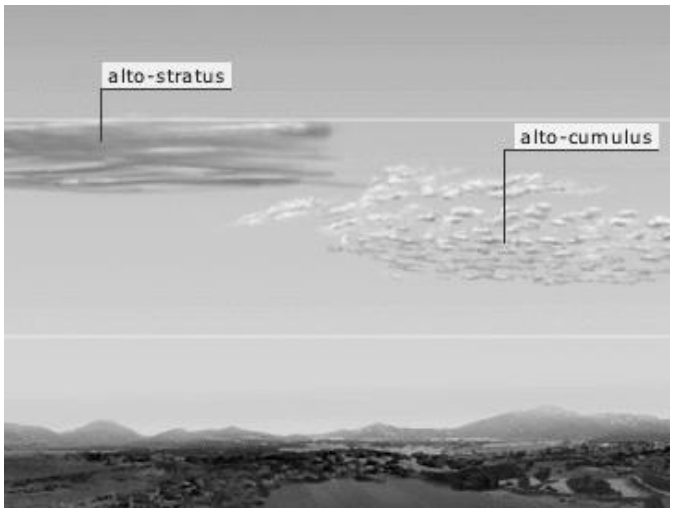
ملاحظات : * السحب الداكنة ترفقها أمطارا استثنائية ومحدودة مجاليا وزمانيا مثل تلك التي تسقط في فصل الصيف ناتجة عن سحب Stratocumulus الطبقية الركامية .

* السحب الرمادية Stratus تعطينا أمطارا غزيرة لفترة زمنية طويلة وتنتج خاصة عن السحب الطبقية المنخفضة .

*السحب المنخفضة جدا (أقل من 2 كلم) على وجه الأرض تشبه كثيرا الضباب وعادة ماتكون طبقية غير أنه يصعب رؤية ذلك .



سحب منخفضة



سحب متوسطة الارتفاع

5) كيفية قياس ارتفاع السحب : في الليل ترسل حزمة ضوئية معينة عند ملامستها السحب تنعكس فيتم حساب المسافة المقطوعة من طرف الحزمة .

في النهار تتم العملية بإرسال كرة هيدروجينية (بالون) حيث : **Z=((Ta-Tdp)/(4,5°/1000p))x100**

ارتفاع السحب: Z ، درجة حرارة الهواء بالفهرنهيت : Ta ، درجة حرارة نقطة الندى بالفهرنهيت : Tdp ،

4,5°F/ 1000P : الغراديان الحراري لكل 1000قدم ، القدم =33سم

6) مظاهر التكاثف : تكون على مظهرين أساسيين (صلب أو سائل) تبعا لدرجة الحرارة التي حدث عندها التكاثف (أقل من الصفر تكاثف صلب ، أكبر من الصفر تكاثف سائل) ومن أنواع التكاثف السحب سبق التطرق اليها ، الضباب ، الندى ، الصقيع ، البرد ، الثلج ، الأمطار، عند المستويات العليا من سطح الأرض لما تنخفض الحرارة لما دون نقطة الندى بتكاثف البخار تدريجيا، ويتخذ التساقط عدة صور منها البرد Hail (Grêle) ، الثلج snow (Neige) والسحب clouds (Nuages) والمطر rainfall (Pluie) وكلمة التساقط Précipitation تطلق على كل مايسقط من مطر وثلج وبرد بعد تكاثف البخار .

الندى

1-6) الندى : La rosée قطرات مائية تلاحظ صباحا متجمعة على الأسطح الصلبة المعرضة للجو وأوراق النباتات خاصة في الليالي الخالية من السحب ذات الهواء الساكن ، يتكون الندى عندما تنخفض درجة حرارة تلك الأجسام إلى نقطة الندى بسبب برودة الهواء الملامس لها بفعل الإشعاع المفقود أثناء الليل، للندى أهمية في المناطق الجافة بالنسبة للنباتات أما في المناطق الرطبة فليس له أهمية .

2-6) الصقيع La gelée يشبه الندى من حيث مواقع وأوقات تكونه، لكنه يتألف من بلورات هذا الاختلاف من حيث التكوين يعزى لانخفاض درجة حرارة الهواء الملامس لسطح الأرض الى مادون الصفر المئوي ، وغالبا مايكون

الضباب: Le brouillard

هذا الانخفاض فجائيا مما يؤدي بالبخار والغازات الجوية الملامسة للأسطح الصلبة إلى التجمد مباشرة Sublimation ويعد الصقيع ضارا بالنباتات .

3-6) الضباب : Le brouillard ذرات مائية خفيفة الوزن تتطاير في الهواء ، ولا تختلف مكونات الضباب عن مكونات السحب المنخفضة low stratus الطبقية إلا أنه يقع قريبا من سطح الأرض ومن العوامل المساعدة على تشكله ضرورة ارتفاع الرطوبة النسبية في الهواء القريب من سطح الأرض ووفرة أنوية التكاثف ، وقلة السحب وصفاء الجو مع انخفاض درجة الحرارة إلى مادون نقطة الندى واستقرار الهواء ومن مظاهر التكاثف العلوي أيضا :

4-6) البرد : La grêle حبات مستديرة من الثلج كل حبة مؤلفة من طبقات ثلجية متراكبة كحبة البصل ، قطر الحبة يتراوح بين (0.5 و5سم) يسبب أضرارا بالغة للمحاصيل الزراعية ن ينشا البرد بحركة التيارات الهوائية الصاعدة بالمناطق التي تتعرض لصعود الهواء بشدة حيث تتكون سحب المزن الركامي Cumulonimbus بأعالي هذه السحب .يكون التكاثف بشكل ثلج وبقسمها الأوسط بشكل قطرات مائية تسقط بلورات الثلج لتصطدم بالقطرات المائية لتعمل على تجمدها لتبدو في النهاية على شكل كرات بصلية ثلجية تسقط تحث تأثير تقلها .قد يصل وزن الواحدة منها 0.5 كلغ .

5-6) الثلج : La neige من مظاهر التكاثف العلوي نتيجة تجمد بخار الماء على شكل صلب ، بسبب انخفاض درجة حرارة الهواء إلى أقل من درجة التجمد ، قد يتكون بعملية التسامي (رداد بخار الماء في السحب يتجمد أو باصطدام قطرات المطر في المناطق الباردة عند نزولها بهواء بارد فتتجمد .وعلى ذلك فان تساقط الثلج في المناطق المعتدلة والقمم المرتفعة يكون ناعما قطنيا أما في المناطق الباردة فيكون على شكل قشور صلبة شديدة التجمد ، بقاء الثلج على سطح الأرض مع انخفاض الحرارة يؤدي إلى تكون الجليد .

6) الضغـــــط الجـــوي

1-6) تعريف : الضغط الجوي هو الثقل الذي يمارسه الغلاف الغازي على سطح الكرة الأرضية ، وقد أجريت عدة تجارب لمعرفته وقياسه : **جاليليو**: برهن أن الهواء المضغوط هو أكثر وزنا من الهواء غير المضغوط .

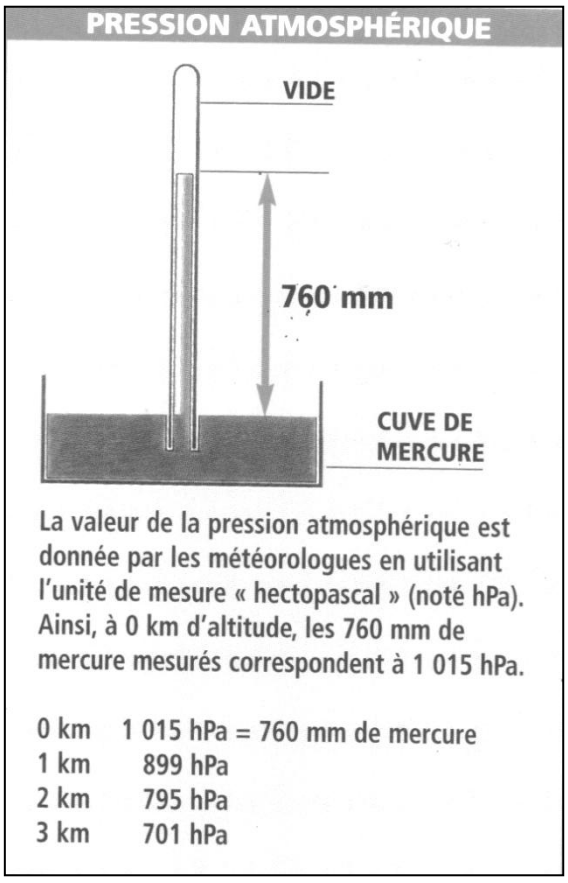
توري شيلي : حاول معرفة وزن الهواء أو الغلاف الغازي فأتى بإناء به زئبق ونكس فوقه عمودا زجاجيا طوله 1 متر ومساحة مقطعه 1 سم^2 مفتوحا من جهة ومغلقا من الجهة الأخرى مملوء هو الأخر بالزئبق ، فلاحظ أن ارتفاع الزئبق في الأنبوبة توقف عند 76سم ثم قام بجعل الأنبوب مائلا فبقي الزئبق عند ارتفاع 76سم . أجريت التجربة في ظروف الارتفاع 0 م ، 15°م وخط عرض 45° شمالا .

باسكال : (1623 ـ 1662) عام 1654 أكد باسكال ان الضغط الجوي يقل مع الارتفاع عن سطح الأرض بإجراء تجربة توريشيلي على مستويات مختلفة .

قياسه : تحت الظروف السابقة الذكر الضغط الجوي 76سم زئبقي هو القوة الضاغطة على مساحة 1 سم^2 بفعل عمود من الزئبق طوله 76 سم ويطلق على هذا الضغط بالضغط الجوي القياسي الذي يساوي76سم زئبقي او 1013,2 مليبار أو 760 ملم زئبقي ويقاس الضغط الجوي بواسطة البارومتر الزئبقي الذي يشبه جهاز تورشيلي القديم ولأسباب عملية أستعيض عن 1013 ميليبار بالقيمة 1015 ميليبار كضغط جوي اعتيادي .كما يقاس الضغط الجوي بواسطة جهاز الباروغراف (مسجل)الذي يتكون من علبة مفرغة جزئيا من الهواء وأحيانا عدة علب متجاورة تصنع من معادن رقيقة ومرنة تتأثر أسطحها بتغير الضغط ، وينعكس ذلك على أسطوانة تلفها ورقة رسم بياني كما هو الحال في الترموغراف .

2-6) العوامل المؤثرة في تغير الضغط الجوي :

1-2-6) درجة الحرارة : الضغط الجوي يتناسب عكسيا مع درجة حرارة الهواء .ارتفاع درجة حرارة الهواء يؤدي الى تمدده وخفته وقلة كثافته وبالتالي انخفاض الضغط والعكس صحيح .



سؤال : مالذي يجعل الضغط الجوي منخفضا في أعالي الغلاف الجوي مع ان الحرارة منخفضة جدا ؟

الجواب : نقص مكونات الهواء من الغازات الثقيلة ، وخفة وزن غازاته ن وقلة انضغاطه .

2-2-6) عامل الارتفاع : يخفض الضغط الجوي بزيادة الارتفاع عن سطح البحر ، لان الضغط الجوي عبارة عن وزن عمود من الهواء طوله يساوي ارتفاع الغلاف الغازي ومساحة مقطعه 1 سم^2 ن ويتوقف هذا الوزن على درجة الحرارة والرطوبة والكثافة .فالهواء البارد أثقل من الحار ، والمضغوط اكثر من المتحرك كما ان بخار الماء العالق في الهواء يعد اقل وزنا منه . وهذه العوامل تؤثر في اختلاف مقدار الضغط الجوي افقيا وعموديا .

3-2-6) الفصول : عندما يحل الحر محل البرد في منطقة معينة نتيجة تغير الفصول تحول هذه المنطقة من منطقة ضغط

مرتفع لمنطقة ضغط منخفض .

- **خطوط تساوي الضغط الجوي : les isobares** : هي خطوط ترسم على الخرائط لتربط بين القيم المتساوية للضغط الجوي وتشير الى الضغط الجوي المعدل مع مستوى سطح البحر ، وتشكل نوعا من التضاريس تضاريس بارومترية لها شكلان :

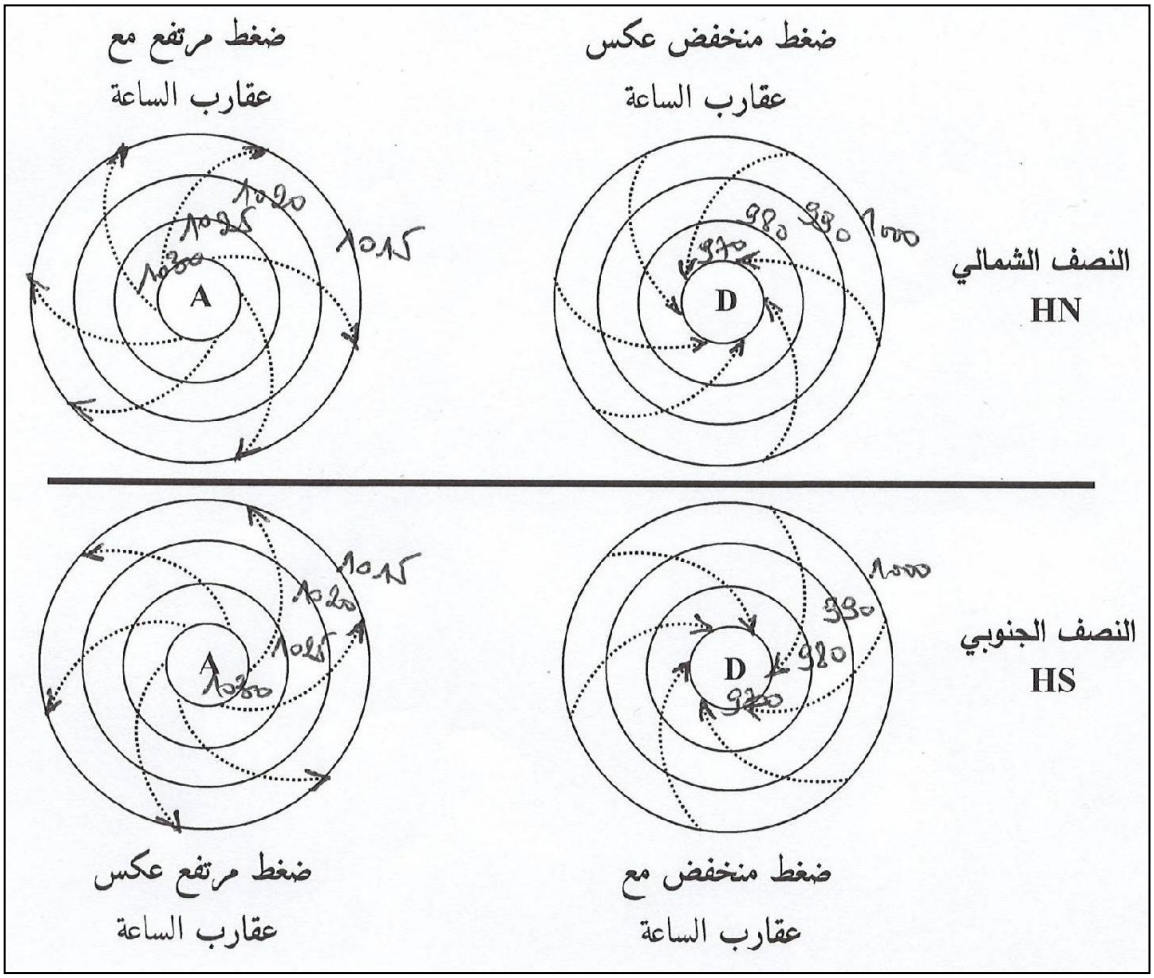
أ) **خطوط مستقيمة تمتد شرقا وغربا .**

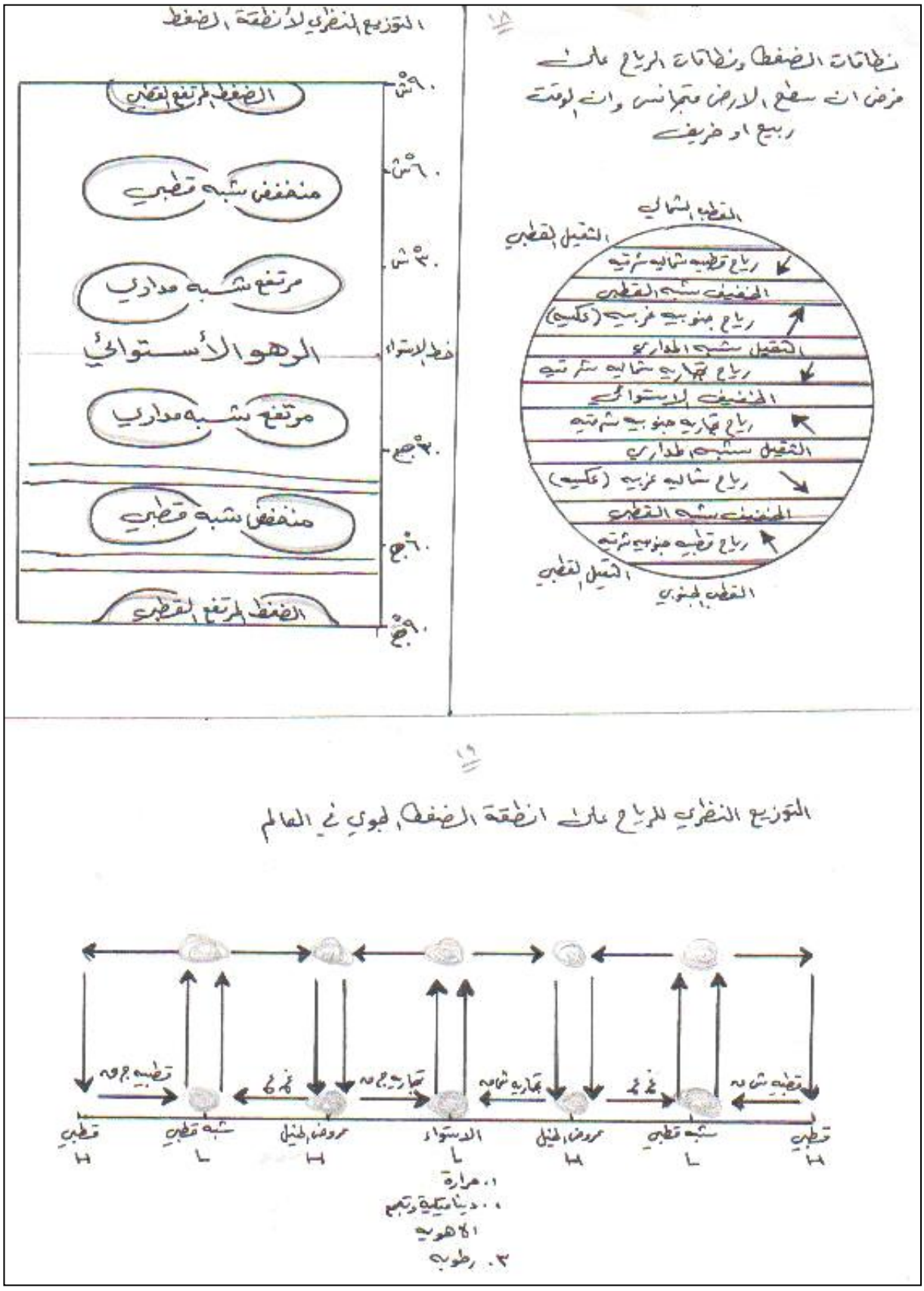
ب) **خطوط دائرية متحدة المركز تشكل ما يسمى بمراكز الضغط** وهي نوعان : **مراكز الضغط المرتفع Anticyclone** أو **مضاد الإعصار Haute pression** يزداد فيها الضغط من الخارج إلى الداخل ، ومراكز الضغط المرتفع ذات طقس جميل جاف .

مراكز الضغط المنخفض: cyclone أو Dépression أو Basse Pression يزداد فيها الضغط الجوي من الداخل إلى الخارج لذا فان الرياح تأتي إلى مركزها مولدة الأعاصير، والسحب والزوابع في بعض المناطق.

تكون حركة الرياح بمراكز الضغط الجوي المرتفع بنصف الكرة الارضية الشمالي باتجاه عقارب الساعة ، والعكس بالنصف الجنوبي ، أما حركتها بمراكز الضغط الجوي المنخفض فتكون عكس ذلك تماما ، ويفسر كل ذلك بقوة كوريوليس.

اتجاهات حركة الرياح في مراكز الضغط الجوي
المنخفض والمرتفع بنصفي الكرة الأرضية الشمالي والجنوبي

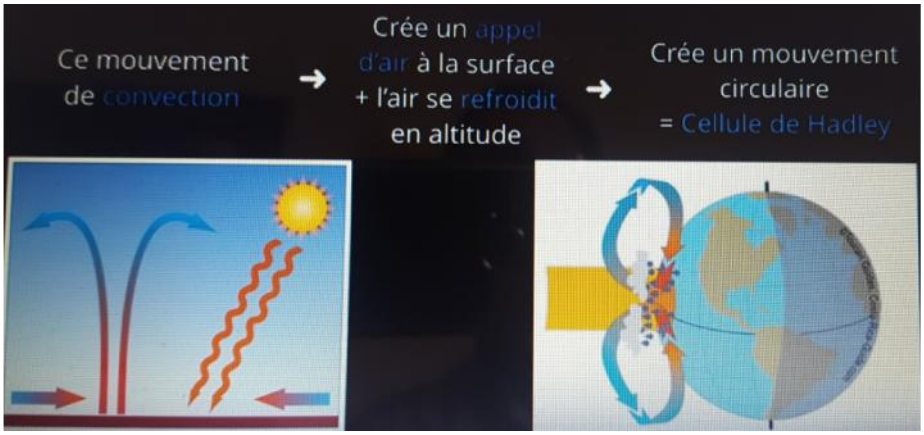



التوزيع النظري لأحزمة الضغط
الضغط المرتفع القطبي
منخفض شبه قطبي
مرتفع شبه مداري
الوهو الأستوائي
مرتفع شبه مداري
منخفض شبه قطبي
الضغط المرتفع القطبي
نظامات الضغط ونظامات الرياح على
فرض ان سطح الارض متجانس وان الوقت
ربيع او خريف
القطب الشمالي
الثقيل القطبي
رياح قطبية شمالية شرقية
المنخفض شبه القطبي
رياح جنوبية غربية (عكسية)
الثقيل شبه المداري
رياح تجارية شمالية شرقية
المنخفض الاستوائي
رياح تجارية جنوبية شرقية
الثقيل شبه مداري
رياح شمالية غربية (عكسية)
المنخفض شبه القطبي
رياح قطبية جنوبية شرقية
الثقيل القطبي
القطب الجنوبي
التوزيع النظري للرياح على احزمة الضغط الجوي في العالم
قطبية جوفه
غربية
تجارية جوفه
تجارية شماليه
غربية
قطبية شرقيه
قطبي
شبه قطبي
عروض الخيل
الاستواء
عروض الخيل
شبه قطبي
قطبي
H
L
H
L
H
L
H
١. حرارة
٢. ديناميكية وتجمع
الاهويه
٣. رطوبه

7) الدورة العامة للرياح : (آليات الدوران العام في الغلاف الجوي)

تمهيد : سبق لنا في الدروس الماضية التطرق لمواضيع شتى كان لابد منها للتزود بالمعارف المسبقة الضرورية المتعلقة بعناصر المناخ خصوصا والتي من شأنها المساعدة في فهم آليات الدورة العامة للرياح في الغلاف الغازي على مستوى الكرة الأرضية التي هي موضوع هذه المحاضرة .

1-7) الدورة العامة للرياح في الغلاف الغازي (Circulation générale de l'atmosphère): تعزى الدورة العامة للرياح الى الاختلاف في درجات الحرارة ومناطق الضغط الجوي الموجودة بين المنطقة الاستوائية والمنطقتين القطبيتين ، فالهواء يسخن في المنطقة الاستوائية ليرتفع ثم يتجه في الاجزاء العليا من التروبوسفير نحو القطبين ، وعلى العكس من ذلك الهواء البارد القطبي ينزل ليتجه على مستويات منخفضة نحو المنطقة الاستوائية . وقد كان الاعتقاد بداية بأن حركة الرياح تتم على هذه الشاكلة البسيطة بتأثير حراري ، لكن تبين لاحقا أن الدورة العامة للرياح أعقد من هذا وتتم تحت تأثير حراري من جهة وديناميكي من جهة أخرى .



كيفية تشكل حلقة هادلي

تعد الشمس محرك العملية (أنظر الشكل)فهي التي ترسل أشعتها عمودية على الجهات الاستوائية، وعن طريق تأثير درجة الحرارة يخفض الضغط الجوي على هذه الجهات عن الضغط الواقع حول خطي عرض 30° شمالاً وجنوباً، (درجة حرارة الهواء تؤثر في تنوع مقدار الضغط الجوي ، كما يؤثر مقدار الضغط الجوي ومدى انحداره في اتجاه الرياح واختلاف سرعتها على سطح الأرض) فتحدث دورة هوائية عامة تشمل العالم بأكمله .

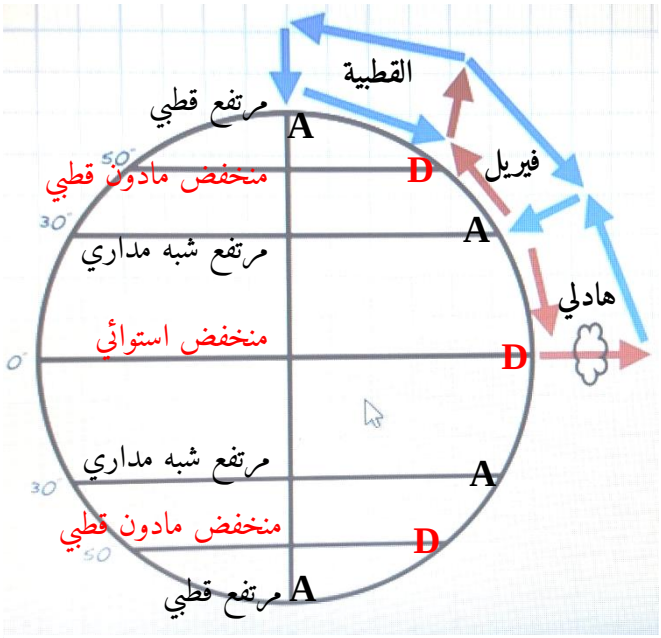
ذلك أن الهواء عند المنطقة الاستوائية يسخن كما أشرنا اليه وتزيد كمية بخار الماء فيه بسبب كثرة التبخر، ومن ثم تقل كثافته، وينخفض ضغطه(تتكون على مستوى المنطقة الاستوائية منطقة للضغط الجوي المنخفض الدائم لسبب حراري)، وتنشط التيارات الهوائية الصاعدة، ويرتفع الهواء الى طبقات الجو العليا ،وبعد فقده الكثير من الماء (أمطار) يتجه قسم منه نحو الشمال وقسم آخر نحو الجنوب في شكل رياح عليا. لكن انتقاله في الطبقات العليا الباردة يؤدي الى برودته ، وعندئذ تزداد كثافته، ويرتفع ضغطه فيهبط جزء منه نحو سطح الأرض حول خط عرض 30° شمالاً وجنوباً (عروض الخيل). وينشأ عن ذلك تشكيل منطقتين للضغط المرتفع احداهما في النصف الشمالي والثانية في النصف الجنوبي(تتشكل منطقتي ضغط جوي مرتفع شبه مداريين لسبب ديناميكي أو حركي بفعل نزول الهواء من الأعلى)، بينما يتابع الجزء الباقي من الهواء تحركه في الطبقات العليا متجها نحو القطبين، وهناك تشتد برودته، ويزداد ضغطه، فيهبط عندهما على شكل تيارات هوائية هابطة تساعد في تكوين منطقتين من الضغط المرتفع. وتتشعب التيارات الهابطة

عند كل من خطي عرض 30° شمالاً وجنوباً الى شعبتين قرب سطح الأرض، تتجه احداهما نحو خط الاستواء على شكل

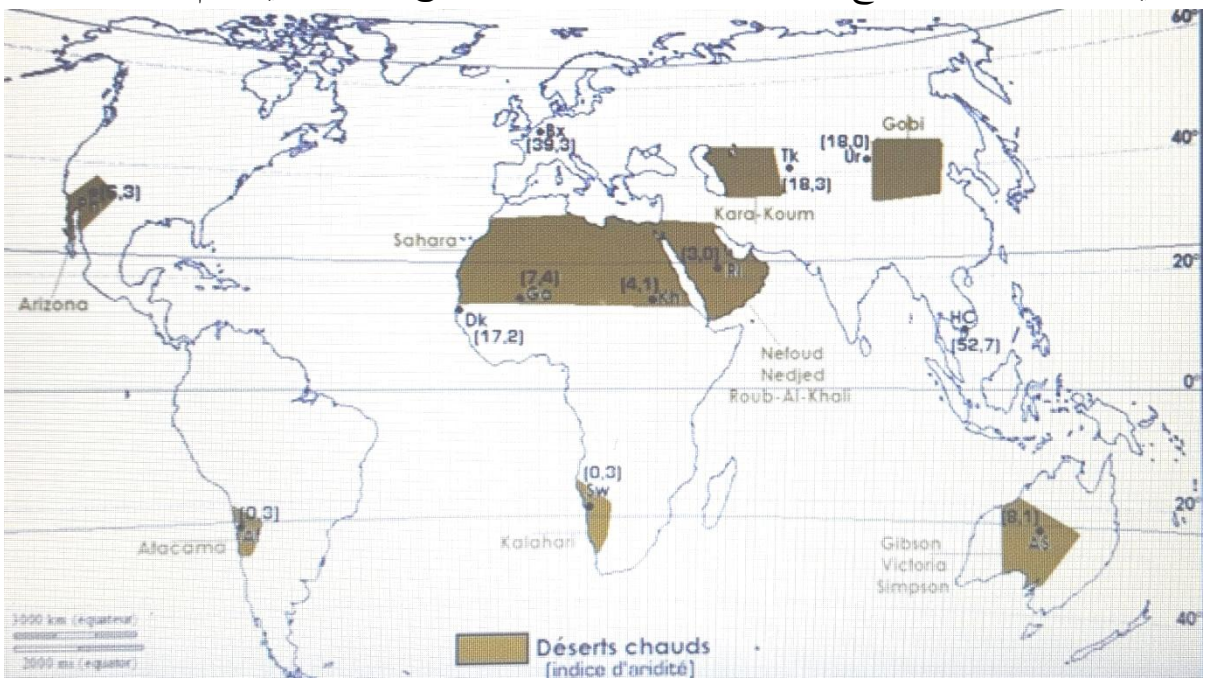
رياح سطحية هي التي تعرف بالرياح التجارية أو الشرقية وتتشكل كنتيجة لذلك حركة دائرية للهواء أوما تسمى بحلقة أو خلية "هادلي" (Cellule de Hadley)، وتتجه الشعبة الأخرى نحو كل من الدائرتين القطبيتين على شكل رياح سطحية أيضاً تعرف بالرياح العكسية أو الغربية.

أما التيارات الهابطة عند القطبين فتتجه في هيئة رياح سطحية نحو كل من الدائرتين القطبيتين، هي الرياح القطبية. وتتقابل الرياح القطبية مع الرياح العكسية الحارة بالعروض مادون القطبية 50°شمالا وجنوبا لتشكل جبهات تميزها أمطار كبيرة . وينشأ عن تقابلهما تيارات هوائية صاعدة هي المسؤولة ، مع زيادة كمية بخار الماء في الهواء في تلك العروض، عن تشكيل منطقتي الضغط المنخفض حول الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية تتشكل كنتيجة لذلك حركة دائرية للهواء تعرف بحلقة أو خلية "فيريل"(Cellule de ferrel) انخفاض الضغط بالمناطق مادون القطبية يعزى كما ذكرناه لسبب ديناميكي متصل بتشكل الجبهات الهوائية .

جزء من الهواء الساخن (الرياح العكسية) الذي يلتقي مع الرياح القطبية يواصل مساره في الأجزاء العليا من الغلاف الغازي نحو القطبين حيث ينزل مع انخفاض حرارته وزيادة وزنه بهما (ارتفاع الضغط الجوي الدائم بالمناطق القطبية



مراكز الضغط الدائم وخلايا الدورة العامة للغلاف الغازي

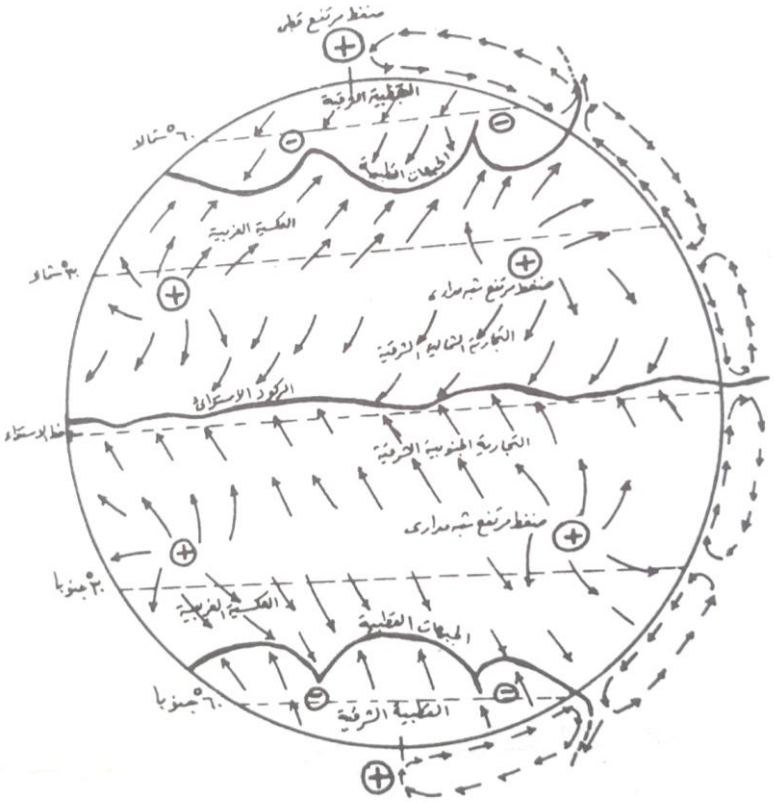


الصحاري الحارة المنتشرة في المنطقة شبه المدارية 30° شمالا وجنوبا

يرجع لسبب حراري أي كنتيجة للانخفاض الحراري الدائم بها وتبرد الهواء وزيادة كثافته ونزوله بهما) ويشكل مع الرياح القطبية الباردة المتجهة نحو المنطقة شبه القطبية ما تسمى بالحلقة أو الخلية القطبية (Cellule polaire).

وتتشعب هذه التيارات الصاعدة في طبقات الجو العليا، فتتجه شعبة منها نحو كل من القطبين، حيث تبرد ويزداد ثقلها فتهبط الى سطح الأرض، بينما تتجه شعبة أخرى نحو كل من خطي عرض 30° شمالاً وجنوباً حيث تبرد وتقل كمية الرطوبة بها فيزداد ثقلها وتهبط الى سطح الأرض. وتعرف هذه الدورة المركبة من حلقات أوخلايا هادلي وفيريل والحلقة أو الخلية القطبية وما ينتج عنها من رياح بدورة الهواء العامة حول الكرة الأرضية أنظر الشكل.

2-7) فكرة الخلية الهوائية : اعتمدت النظريات التي حاولت تفسير الدورة الهوائية العامة ، على مفهوم الخلية الهوائية التي هي دورة هوائية متولدة عن الفرق في توزيع الطاقة الشمسية على سطح الأرض تنتج عنها حركات رأسية و أفقية داخل طبقة التروبوسفير. تتميز الخلية بمنطقة التصاعد الحراري في النطاقات الأكثر سخونة في المستويات السفلى للتروبوسفير، و بمنطقة النزول في النطاقات الأكثر برودة. هاتان الحركتان الراسيتان مرتبطتان بالحركات الأفقية التي تتميز بانعراج الرياح على مستوى السطوح الباردة نحو المناطق الأكثر سخونة ، وبافتراق الرياح في الأجواء العليا لمناطق التصاعد في اتجاه مناطق النزول.



الدورة العامة للرياح

3-7) نظرية المدخنة الاستوائية: تعتمد هذه النظرية على أساس أن كمية الطاقة الشمسية التي تتلقاها الأرض تتفاوت حسب خطوط العرض و حسب الفصول . لكن بالنسبة للكرة الأرضية، و في المتوسط العام لسنة، فإن الميزانية الطاقية على مستوى منظومة القارات و المحيطات والغلاف الجوي هي في حالة توازن. الأكيد أن المناطق مابين المدارين تتلقى قدرا أكبر من الطاقة مقارنة مع ما تفقده عن طريق الانبعاثات الطاقية نحو الفضاء الخارجي، بينما يحدث العكس بالعروض الوسطى والعليا . ومن ثم تجري عملية تبادل الطاقة عن طريق نقل الفائض في اتجاه العروض العليا أي في اتجاه المناطق القطبية ، في غياب هذه العملية ،لن تتوقف المناطق مابين المدارين عن التسخين، في حين ستزداد المناطق القطبية برودة،علما أن أكثر من ثلثي المبادلات تتم بواسطة التيارات الهوائية، والباقي يتم بواسطة التيارات البحرية، تعد هذه الفكرة من أقدم محاولات تفسير الدورة الهوائية ، و تعود إلى

سنة 1686 وتنبني على خلية طولية واحدة تقوم بعملية التبادل الحراري بين المناطق الاستوائية الحارة من جهة، (التي تشبهها بمدخنة) و المناطقالقطبية الباردة من جهة ثانية .

4-7) خلية (حلقة) هادلي: (Hadley): عالم أرصاد بريطاني، تقدم سنة 1735 بنموذج لدورة هوائية عامة تعتمد في مبدئها على خليتين طوليتين مردها عملية التصاعد أو ما يعرف ب " الحمل الحراري. (Convection) " يعتبر هادلي أن الرياح لا تكمل دورتها أو طريقها كما رسمته نظرية المدخنة الاستوائية ، بل هناك ضغط مرتفع في الوسط يوافق المناطق المدارية يقسم الخلية إلى قسمين و يرغم الكتل الهوائية على النزول، بمعنى آخر، فإن الكتل الهوائية التي تبعث من الجنوب أي من المناطق الاستوائية لا تصل إلى القطب لتنزل من جديد إلى المناطق الاستوائية، بل تبرد عند خط عرض 30° تقريبا - المناطق المدارية و شبه المدارية - لتنزل إلى سطح الأرض و تأخذ مسارها نحو المناطق الاستوائية لتسخن من جديد . و هذا ما يفسر ، حسب هادلي،تواجد الرياح التجارية Les Alizées. التيارات الهوائية الناتجة عن هاتين الخليتين، شمالية شرقية في النصف الشمالي من الكرة الأرضية وجنوبية شرقية في النصف الجنوبي، بسبب تدخل قوة كوريوليس. Force de Coriolis

نلاحظ هنا أن الجديد بالنسبة لنظرية المدخنة الإستوائية ، و التي تحدثنا عنها سالفا، يكمن في كون اتجاه الرياح غير مرتبط بحرارة الأرض فقط، و إنما أيضا بدوران الأرض حول نفسها .

5-7) خلية فيريل: La cellule de Ferrel أضاف فيريل خلية أخرى عند خطي عرض 30° و .60° وهوعالم أرصاد أمريكي، في منتصف القرن 19 وبالضبط سنة 1856 ، اذ قسم خلية " هادلي " إلى قسمين معتمدا في ذلك على التيارات الهوائية عند العروض الوسطى و العروض الدنيا من جهة (30° إلى 60° - الرياح التجارية و الرياح الغربية أو العكسية) و على الحركة المحورية للأرض من جهة ثانية . حيث أثبت أن الأخيرة لها تأثير مباشر لا على الحركات الهوائية فحسب، وإنما أيضا على حركات التيارات البحرية.

6-7) نظرية روسبي : (Rossby)

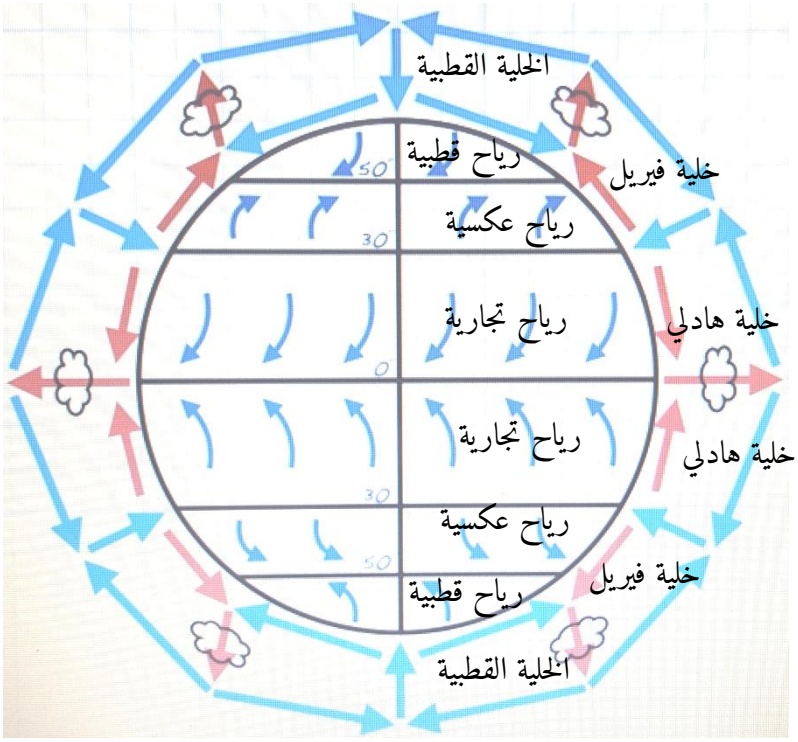
بناءا على نظريةِ فريل جاءت النظريات الحديثة مثل نظرية روسبي سنة 1930 (و هو عالم أمريكي ذو أصل سويدي) لتعتمد ست خلايا : ثلاث في كل نصف من الكرة الأرضية، و تفسر بطريقة أفضل الدورة العامة للرياح.

هذه الخلايا هي:

1-خلية هادلي : عند خطي عرض 0° إلي 30° .

2-خلية فريل . عند خطي عرض 30° إلى 60° .

3- الخلية القطبية : عند خطي عرض 60° إلى 90° .



الخلايا الهوائية والرياح الدائمة للدورة العامة

المحور 02 : تصنيف المناخ Classification climatique

1) الأقاليم المناخية وأسس التصنيف :

مقدمة : تصنيف المناخ بمنطقة معينة لايتوقف على عنصر مناخي واحد كالحرارة والتساقط و....الخ واختلافهما من منطقة الى أخرى ، بل هو نتاج التفاعل الحاصل في مجمل عناصر المناخ بهذه المنطقة لمدة طويلة لاتقل عن 35 سنة، بحيث يتبين من خلال معدلات قيم هذه العناصر تميز المنطقة عن غيرها أو الاقليم عن غيره من الاقاليم المناخية .قد يكون الاقليم المناخي متصلا وقد يكون متناثرا بشكل مناطق متباعدة عن بعضها البعض غير أن الذي يميزها هو تشابه ظروفها المناخية ، و تعددت التقسيمات المناخية وفق أسس وضعها من طرف العلماء ، ولكل منها مزاياه وعيوبه .

1- 1) تصنيف الأقاليم المناخية في العالم :

الأستاذ أوستين ميلر 1953 يذكر بأن أقدم عمليات التصنيف المناخي ترجع لقدماء الاغريق حيث قسموا الكرة الأرضية الى نصفين شمالي وجنوبي ، وبناء على اختلاف درجة حرارة الهواء قسموا هذين القسمين الى ثلاثة أقاليم هي :

1) أقاليم مرتفعة الحرارة طوال السنة وليس لها فصل شتوي يتعلق الأمر بالمناطق المدارية .
2) أقاليم منخفضة الحرارة طوال السنة وليس لها فصلا صيفيا يتعلق الأمر بالمناطق القطبية .
3) أقاليم وسطى أو معتدلة تتمثل فيها الفصول الأربعة وتقع فيما بين الاقليمين السابقين .

غير أن هذا التقسيم مبني على عنصر واحد وهو الحرارة ونحن نعرف أن أساس التقسيم ينبغي أن لايقتصر على عنصر مناخي واحد ، ومن بين أسس التصنيفات أو التقسيمات التي وضعت :

1-1-1) بناء على درجة الحرارة : Basée sur la température استعانت الكثير من التقسيمات بالاختلافات الحرارية في تصنيف سطح الأرض الى أقاليم مناخية من خلال حساب ومعرفة : أعظم الشهور حرارة ، أقل الشهور حرارة ، المتوسط الشهري والفصلي لدرجة الحرارة ، المتوسط والمعدل السنوي لدرجة الحرارة،المدى الحراري اليومي والسنوي ، القيمة الفعلية لدرجة الحرارة : Temperature efficiency ، المتوسط السنوي لما يعرف بالحرارة الحيوية : Biotemperature .واعتمادا على هذه الاختلافات الحرارية اتفق العلماء على تمييز :

1)أقاليم مابين المدارين لايوجد بها فصل شتوي ، متوسط درجة الحرارة الشهري لأبرد شهور السنة لايقل عن 18 درجة مئوية .

2)أقاليم ماوراء المدارين (23°، 35°) شمالا وجنوبا تتراوح درجة الحرارة السنوية بها (10° ، 18°).

3)أقاليم قطبية وشبه قطبية فيما وراء دائرة 60° شمالا وجنوبا لاتزيد درجة حرارة أي شهر عن 100 مئوية.

1-1-2) بناء على كميات الأمطار والتساقط : Basée sur la pluviométrie يستخدم بعض العلماء العناصر :

1) كمية المطر الشهري الساقطة على الاقليم.
2) كمية المطر الفصلي الساقطة على الاقليم.
3) كمية المطر السنوي الساقطة على الاقليم.
4) عدد الأيام الممطرة خلال الفصل الممطر.
5) كثافة المطر : Intensity of rainfall .
6) القيمة الفعلية للتساقط : Precipitation effectiveness.
7) التغير في كمية المطر السنوي Dependability of Reliability of Rainfall .

8) نسبة التساقط الى التبخر : P/E ratio .

9) معامل التساقط الى التبخر : P/E index.

الجدول التالي يلخص لنا تصنيف الكثير من العلماء الذي ربط بين نوع المناخ وكمية التساقط :

نوع المناخ	خصائص المطر	كمية المطر السنوي (ملم)
جاف	نادر	أقل من 250
شبه جاف	خفيف	500 – 250
شبه رطب	معتدل	1000 – 500
رطب	غزير	2000 – 1000
رطب جدا	غزير جدا	أكثر من2000 ملم

ملاحظة :

بعض الباحثين يستعملون الرطوبة النسبية كعنصر مساعد على تصنيف الأقاليم المناخية الثانوية ضمن الاقليم المناخي الرئيسي ومن ذلك استعمال 1)معدل الرطوبة النسبية الشهرية .

2) معدل الرطوبة النسبية الفصلية .

3) معدل الرطوبة النسبية السنوية .

4) القيمة الفعلية للبخر والنتح معا Potential-Evapotranspiration .

5) معامل الرطوبة ويساوي : القيمة الفعلية للبخر والنتح / كمية المطر السنوي .

وقد ساعد ذلك في تحديد ما يسمى "مناطق الحياة الطبيعية" Natural life zones .

كما أدخل بعضهم المظهر العام للنباتات الطبيعية عند تقسيمهم للأقاليم المناخية على اعتبار أنها تعد انعكاسا لطبيعة المناخ .

2-1) أهم التصنيفات المناخية الكبرى : من التقاسيم الأكثر شيوعا نجد تقسيم ايمانويل ديمارطون ، وتسيم فلاديمير كوبن وجلين تريوارتا ، ووارين ثورانثويت ، وقد اعتمدت هذه التقسيمات على عناصر عديدة كأساس للتقسيم ولم تكتف بعنصر واحد من عناصر المناخ .

1-2-1) تصنيف ديمارطون 1925 : De Martonne اعتمد في البداية على عنصر الحرارة في تحديده للأقاليم المناخية الرئيسية ولتحديد الأقاليم المناخية الثانوية اعتمد على عنصري **الحرارة والتساقط** معا .

يذكر ديمارطون في كتابه Traité de géographie physiqueفي طبعته التاسعة الجزء الأول الصادر سنة 1957 الصفحة 230 ما أشرنا اليه سابقا (La classification ne peut être fondée ni exclussivement sur le regime thermique , ni exclusivement sur le regime hydrometrique, ce sont la evidemment des deux elements essentiels, mais leur importance n’est pas partout la meme)

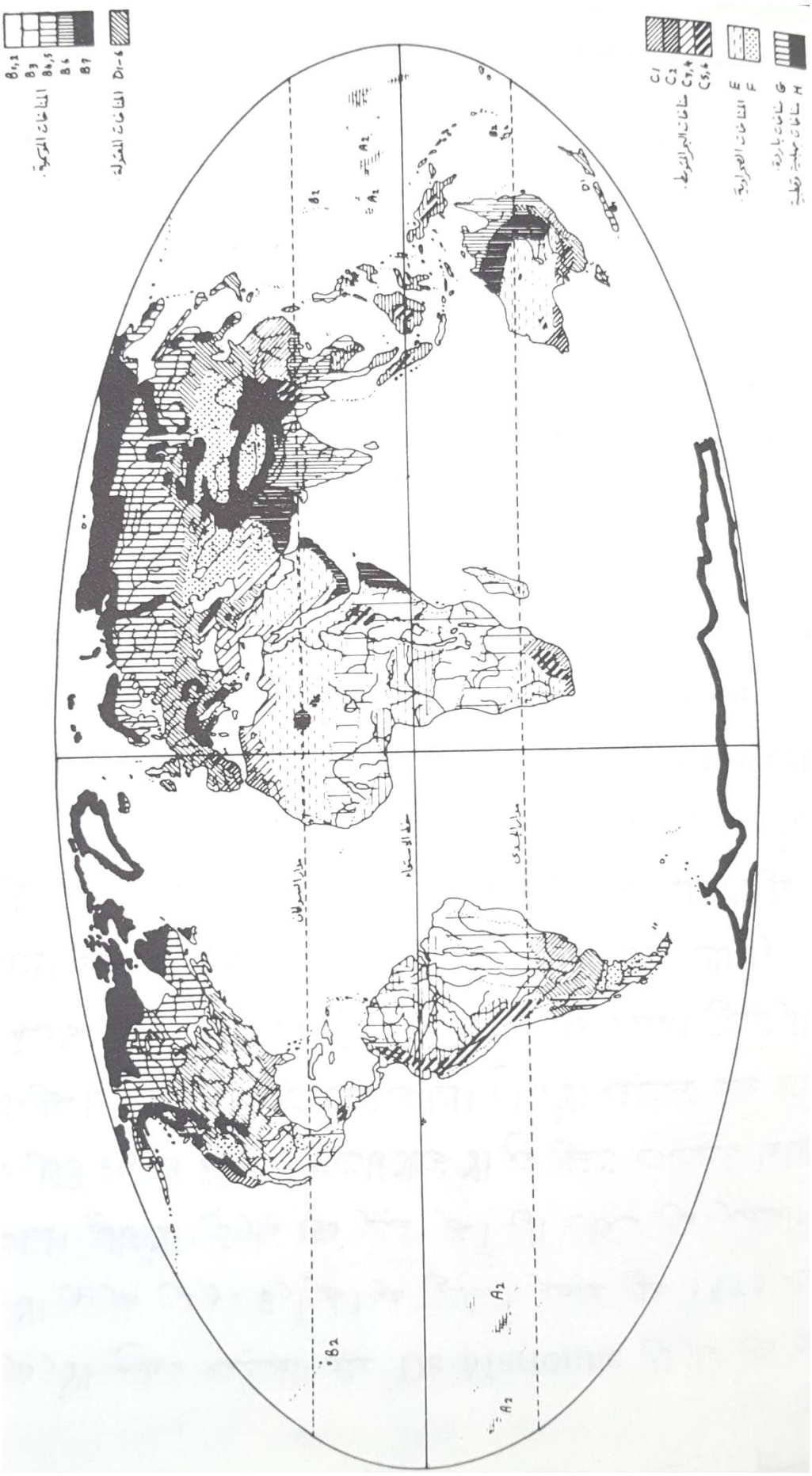
مؤكدا بذلك اعتماده على أسس مختلفة وخاصة الحرارة وكمية المطر وفصليته في عملية تصنيف المناخ لأقاليم أساسية مستعملا أحرف اللاتينية الكبيرة كرموز لها وأقاليم فرعية بحروف أو أرقام وقد كانت الرئيسية منها على النحو التالي :

(A) الأقاليم الحارة (الاستوائي والمداري) لايقل متوسط درجة حرارة اي شهر عن 20 درجة مئوية .

(B) الأقاليم الموسمية تسود جنوب وجنوب شرق أسيا تختلف حسب فترة الجفاف و كمية الأمطار التي تكون صيفية.

(C) مناخات البحر المتوسط Climats miditerranéens : متوسط درجة الحرارة لأي شهر من شهور السنة لايقل عن 10°م. من الأقاليم المتوسطية مناخ الصين (شرق القارات)، البرتغالي ، السوري ، مناخ البحر المتوسط القاري ،

تصنيف ديمارطون للنطاقات المناخية



الكولومبي ، المكسيكي وتختلف عن بعضها من حيث أوقات سقوط الأمطار شتاء أو صيفا و المدى الحراري اليومي والفصلي .

(D) المناخات المعتدلة : Climats tempérés بها فصل بارد ينخفض فيه متوسط درجة الحرارة عن 10°م وتشمل 7 أقاليم تختلف حسب مدة سقوط الأمطار وفصل سقوطها ، ومميزات فصولها .

(E-F) المناخات الصحراوية: Climats désertiques متوسط درجة الحرارة الشهري يزيد عن 10°م وتشمل 5 أقاليم.

(G-H) المناخات الباردة والجبلية : معظم شهور السنة في المناخات الباردة لاتزيد فيها درجة الحرارة عن 10°م، بينما المناخات الجبلية تختلف درجة الحرارة بها مع الارتفاع وتبعا للظروف المحلية .

2-2-1) تقسيم "كوبن" Classification de Koppen : اقترح الدكتور فلاديمير كوبن تقسيما متباينا للأقاليم المناخية في العالم سنة 1918 ، ومند ذلك أدخل تعديلات وإضافات الى غاية 1931 اين ظهرت ببرلين خريطته المشهورة للأقاليم المناخية في العالم ، يعتمد هذا التقسيم على المتوسطات السنوية والشهرية لدرجات الحرارة وكمية التساقط معتبرا الاختلافات النباتية الطبيعية انعكاسا للظروف المناخية المتنوعة وبين كوبن أثر التبخر النتح في كثافة الغطاءات النباتية ،وبالتالي أدخل كوبن في الحسبان شدة التبخر وحجم المياه المفقودة من التربة والحجم الفعلي للمياه الذي تستفيد منه النباتات في مختلف مراحل نموها .

- وضح دي مارطون من قبل العلاقة بينهما كمايلي : القيمة الفعلية للتساقط = المعدل السنوي للأمطار (ملم) /(المعدل الشهري للحرارة °م + 10). أو $Y=P/(T+10)$.

- أما كوبن فقد اقترح بأن أقاليم الغابات تكون بها القيمة الفعلية للتساقط في فصل الشتاء ضعف المتوسط السنوي للحرارة وبالتالي وضع العلاقة التالية : $P= 2T$.

وتحتاج هذه الغابات في فصل الصيف الى كمية تساقط فعلية أكبر لتعويض الفاقد بالتبخر وبالتالي تكون العلاقة على النحو التالي : $P= 2(T+14)$.

- إجمالا فان العلاقة التي تحدد القيمة الفعلية للتساقط طول العام بالمناطق الغابية هي : $P= 2(T+7)$. وقد اعتمد كوبن هذه العلاقة بناء على أن النباتات لايمكنها الاستفادة من المياه عند درجة حرارة تساوي -7 °م أي في تربة متجمدة .

- سنة 1954 أشار الاستاذ تريوارتا Trewartha الى أن هذا القانون بحاجة الى تعديل وإلا كيف نفسر وجود النباتات بالمناطق الصحراوية وهل يصدق القانون $P= 2(T+7)$ بها .

لقد تأثر كوبن بالنموذج الذي اقترحه ديكانول Decanolle عام 1874 الذي ميز فيه بين 5 أقاليم نباتية وهي :

أ – نباتات الأقاليم الحارة المطيرة . Megatherms

ب– نباتات الأقاليم الجافة وشبه الجافة . Xerophytes

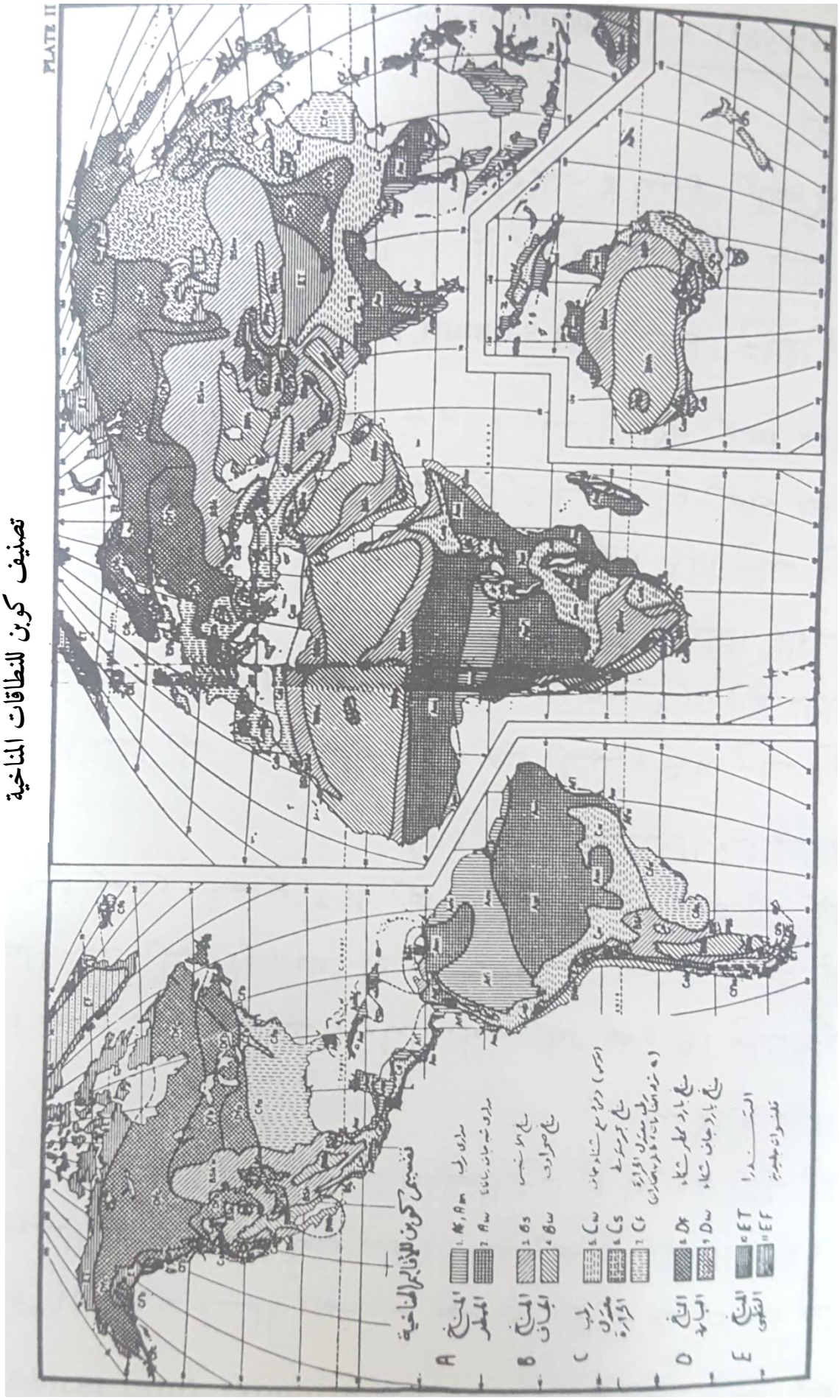
ج _ نباتات الأقاليم المعتدلة الدافئة . Mesotherms

د _ نباتات الأقاليم الباردة الرطبة . Mikotherms

هـ _ نباتات المناطق القطبية . Hekistotherms

ومن ثم قسم كوبن سطح الأرض الى **خمسة أقاليم مناخية كبرى** رمز لكل منها بحرف لاتيني كبير Majuscule واستعمل حروف لاتينية صغيرة Minuscule للدلالة على خصائص درجة الحرارة وكمية التساقط وفصليته فميز 5 أقاليم

تصنيف كوبن للنطاقات المناخية



أساسية موضحة على الخريطة وهي على النحو التالي :

A : اقليم المناخ المداري الرطب Tropical rainy climates.

B : اقليم المناخ الجاف Dry climates .

C : اقليم المناخ المعتدل الدافئ الرطب Humid mesothermal climates

D : اقليم المناخ البارد الرطب Humid microthermal climates

E : اقليم المناخ القطبي Polar climates

أما عن دلالات الحروف الصغيرة فهي :

التصنيف الثانوي	خصائص فصل الصيف ودرجة الحرارة	الاقليم الرئيسي المعني
a	صيف حار، أدفأ شهور السنة يزيد عن 22°م	**C , D**
b	صيف دافئ ، أدفأ شهور السنة يقل عن 22°م	**C , D**
c	صيف قصير أقل من 4 أشهر ، بارد متوسط الحرارة 10°م	**C , D**
d	شتاء بارد جدا ، أبرد شهور السنة يقل عن - 3,8°م	**D**
h	جاف وحار متوسط درجة الحرارة السنوية تزيد عن 18°م	**B**
k	جاف وبارد متوسط درجة الحرارة السنوية تقل عن 18°م	**B**
التصنيف الثانوي	الخصائص حسب الاختلافات في كمية التساقط	الاقليم الرئيسي المعني
f	رطب وممطر طول العام ،لايوجد فصل جاف	**A , C , D**
w	جاف شتاء	**A , B**
s	جاف صيفا	**B, C**
m	غزير المطر ، وجود فصل جاف قصير	**A**

ملاحظات : في الاقاليم الرئيسية كوبن من خلال مواصفات المناخ ذات الصلة بالرطوبة والجفاف ، وبإضافته للحروف الصغيرة اللاتينية تعمق في تفاصيل هذه الأقاليم وبه توصل الى ايجاد 15 اقليم مناخ مجسدة في محتوى الجدول الموالي :

النطاق	أنواع المناخ
A	**مداري ممطر:(Af)**
	مداري موسمي :(Am)
	مداري قاري :(Aw، As)
B	**صحراوي : (BWn،BWh، BWk)**
	شبه قاحل: (BSn، BSk، BSh)
C	**رطب شبه مداري (Cwa، Cfa)**
	محيطي (Cwc،Cfc ،Cwb ، Cfb)
	متوسطي (Csc ، Csb ، Csa)
D	**رطب قاري (Dfb،Dsb ،Dwb ،Dfa ،Dwa ، Dsa)**
	شبه قطبي : (Dfd،Dwd ،Dsd ،Dfc ،Dwc ، Dsc)
E	**مناخ التندرا:(ET)**
	مناخ جليدي : (EF)

3-2-1) تقسيم ثورانثويت Thornthwaite : اعتمد نفس أسس تقسيم كوبن ، فاهتم بدراسة النبات الطبيعي على أنه انعكاس لأثر كل الظروف المناخية المجتمعة في اقليم ما ، ومن ثم استعان بالاختلافات في النبات الطبيعي

والتصريف المائي والتربة في الفصل بين الأقاليم مع اعتماده ايض على عنصري الرطوبة والجفاف والتباينات الحرارية وفصلية سقوط المطر وفتراته .

أسس التقسيم : استعمل دليل الرطوبة Indice d'humidité حيث : Ih=100s/n ومعامل الجفاف Indice d'amidité حيث : Ia = 100d/n للحصول على ما يسمى بالدليل العام للرطوبة (Im) : Indice Global d'humidité. Im = Ih-0,6Ia وبالتعويض تكون Im = (100s-60d) /n وعلى أساس هذا الاخير قام بتصنيف المناخ الى 6 أقاليم .علما أن S : يمثل الفائض السنوي ، n : يمثل احتياج النبات بالنسبة للمياه ، d : يمثل مجموع التساقط السنوي .

تقسيم ثورانثويت للأقاليم المناخية		
climat النطاق المناخي	الرمز(القسم)Classe	الدليل العام للرطوبة Index im
per humide رطب جدا	A	> 100
Humide رطب	B_4	100 ، 80
	B_3	79,9 ، 60
	B_2	59,9 ، 40
	B_1	39,9 ، 20
Humide à subhumide رطب وشبه رطب	C_2	19,9 ، 0
Subaride شبه جاف	C_1	-0,1 ، -33,3
semi-aride نصف جاف	D	-33,4 ، -66,7
Aride جاف	E	< -66,7

من بين مناخات المنطقة المعتدلة نجد :

1- 3) مناخ البحر الأبيض المتوسط : mediterranean climate من بين أقاليم المنطقة المعتدلة ، يتمثل هذا المناخ أساسا حول حوض البحر الأبيض المتوسط ،اقليميا ينحصر أساسا اقليم هذا المناخ بين درجتي عرض 30° و 45° شمالا غير أنه يشمل مناطق أخرى كأواسط الشيلي ، ومنطقة الكاب بجنوب افريقيا ، وجنوب غرب أستراليا وحوض البحر الأبيض المتوسط أساسا .

يتميز بصيف حار جاف وشتاء ممطر دافئ ، في فصل الشتاء التيار البارد القادم من الشمال الغربي يصل الى مياه المتوسط الدافئة فتنتج اضطرابات وأمطار تكون كثيرة في الغرب وتقل بالاتجاه شرقا لكن وبفعل التضاريس يحدث العكس ، في فصل الصيف تتراجع التأثيرات الشمالية وتسود أو تطغى التأثيرات الجنوبية (هبوب رياح حارة وجافة من المناطق المدارية تسمى بالسيروكو).

من نتائج ذلك برودة ورطوبة شتاء تقل الرطوبة بالاتجاه جنوبا ، في الصيف الحرارة والجفاف التي تقل بالاتجاه شمالا .

1-3-1) خصائص مناخ البحر المتوسط :

_ كمية التساقط لاتزيد عن 1متر (1000ملم) بغض النظر عن التأثيرات المحلية كالتضاريس .

مثلا: وادي ملوية يتلقى حوالي 200ملم من الأمطار سنويا شرق المملكة المغربية ، بينما جبال الريف تتلقى أكثر من 2000 ملم سنويا بتأثير الارتفاع .

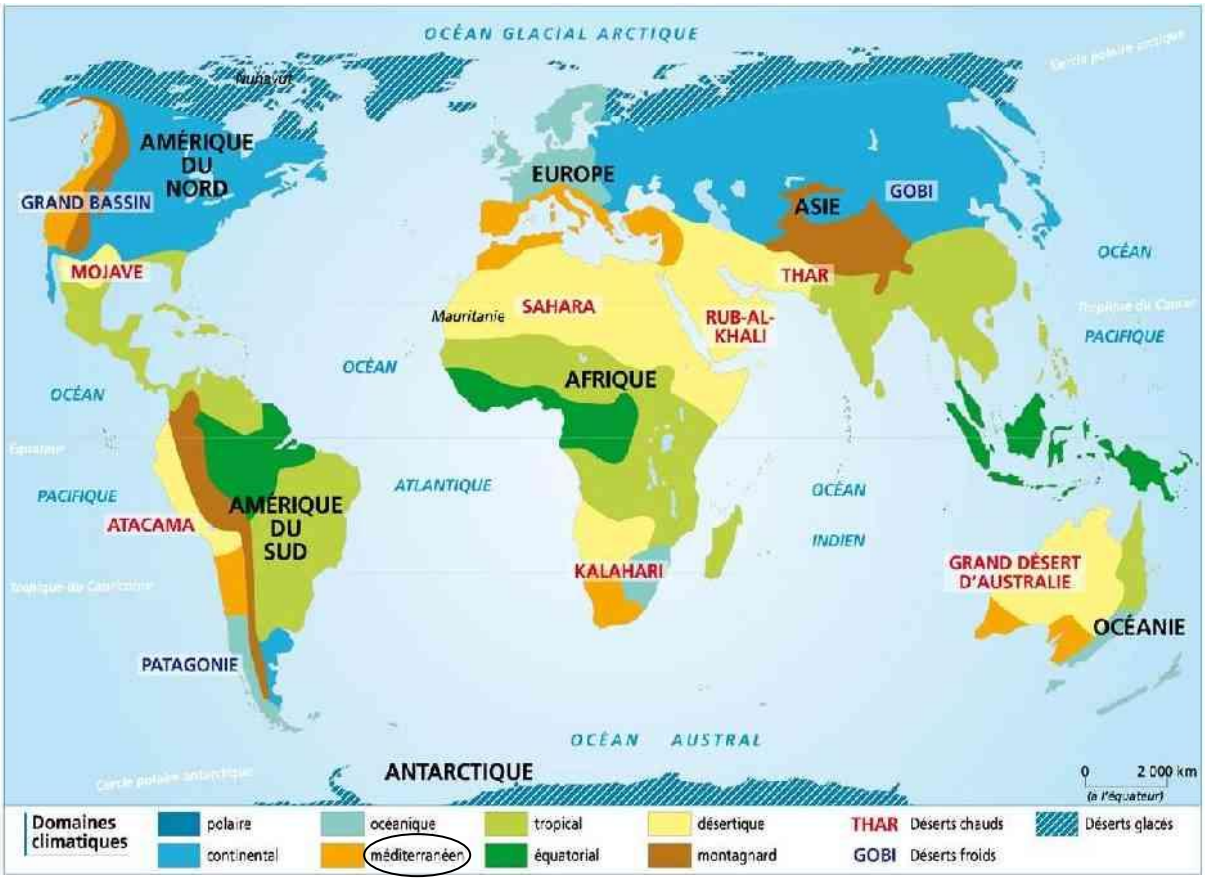
ـ تتساقط أمطاره خاصة في فصل الشتاء 57 % بالنسبة لمحطة الجزائر العاصمة .

ـ الأيام الممطرة يتراوح عددها بين 50 و100 يوم في السنة .

ـ تتراوح ساعات الاشعاع الشمسي بين 2500 و3000 ساعة سنويا .

ـ الحرارة : يميزها شتاء دافئ ومعدل أبرد الشهور أكبر من 10 درجات مئوية (القيمة الدنيا المطلقة -18° م)

صيف حار جدا تتراوح درجاته القصوى بين 35 و 45 °م ، المدى الحراري بين الصيف والشتاء يتراوح بين 13 ، 21 °م الفارق الحراري كبير في الصيف وصغير شتاء.



مناخ البحر المتوسط ضمن النطاقات المناخية في العالم

02) النطاقات الحيوية المناخية في الجزائر : Les domaines bioclimatiques

1-2) : التدرج الحراري المطري في الجزائر : يلاحظ بصفة عامة :

- **وجود تدرج في الأمطار Gradient pluviométrique شمال جنوب** ويرجع ذلك لتأثير :

* امتداد السلاسل الجبلية جنوب غرب – شمال شرق كسد في وجه المؤثرات البحرية .

* موقع الجزائر بالنسبة لخطوط العرض وتأثير القارية (البعد عن البحر).

* وجود بعض المناطق في ظل المطر (واد الساحل في ظل جبال جرجرة لايتلقى سوى 400ملم من الأمطار سنويا في حين تتلقى جبال جرجرة أكثر من 1800ملم سنويا علما أنه لايبعد عنها سوى ب 10 كلم) .

- **وجود تدرج مطري غرب – شرق** : يرجع ذلك لتأثير جبال الريف في المغرب وسيرانيفادا في اسبانيا على الغرب الجزائري الواقع في ظل المطر ، كما أن وجود الحوض الغربي للبحر الأبيض المتوسط الواسع يسمح للكتل الغربية أن تتحمل ثانية بالأمطار لتصب في الشرق الجزائري (أنظر خريطتي توزيع المناخ وتوزيع كميات التساقط). كما يتأثر مناخ الجزائر بمنطقة الضغط الجوي المرتفع الأزوري التي تنحرف صيفا وشتاء شمالا وجنوبا مما يؤثر على المناخ الجزائري (الضغط الجوي المرتفع الأزوري يمنع وصول المؤثرات الغربية) علما أن الرياح السائدة في الجزائر غربية وشمالية غربية ، يلاحظ أيضا أن المناطق الأكثر مطرا في الجزائر تتوافق مع تلك التي تسجل فيها معدلات الحرارة المعتدلة وان هذه الأخيرة تصبح اكثر تطرفا بالاتجاه نحو الداخل (المدى الحراري واسع بفعل القارية في المناطق الداخلية) ثم ترتفع في الجزء الصحراوي ، كما نجد مناطق تقع على نفس خط العرض ويبدو فيها الشرق الجزائري أكثر رطوبة مقارنة بالغرب (نبات الحلفاء يظهر حتى بالساحل الوهراني) وفي الشرق على نفس خط العرض نجد غابات البلوط الفليني . هذه الخصائص المميزة للمناخ الجزائري بفعل عامل الحرارة والتساقط والنظام المطري (أوقات سقوط الأمطار) كانت لها انعكاسات حول إمكانيات كل جهة من جهات الوطن الفلاحية و على مواسم الحصاد بالنسبة لزراعة القمح الصلب وفق مايتضح من خريطة توزيع مواسم الحصاد حسب الجهات .

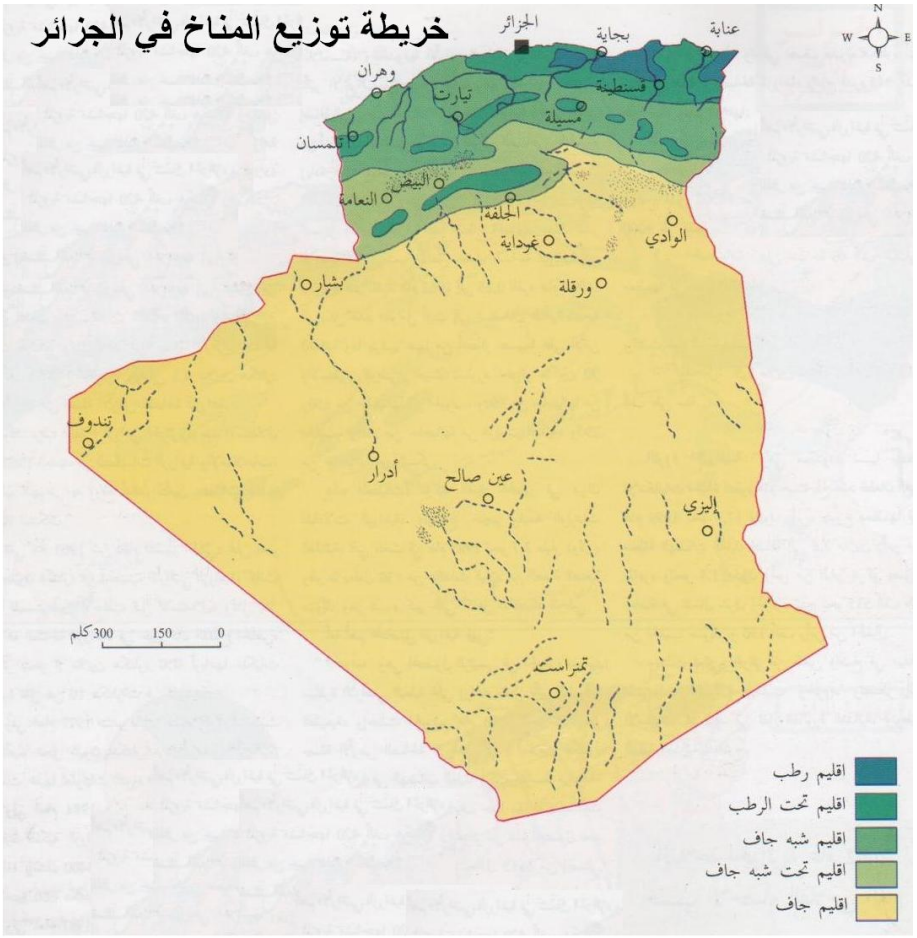
2-2): استعمال طريقة امبرجي في تحديد النطاقات المناخية في الجزائر : - La classification des climats selon le quotient d'Emberger إن كل عمليات التهيئة ، وكذا مايتعلق بالعمل الزراعي يجب أن يأخذ بعين الاعتبار التنوع المناخي للمجال الجزائري الواسع . ولمعرفة نوع المناخ تعتمد معطيات محطات الرصد الجوي التي تشمل عددا من العوامل ، ان مصدر هذه المعطيات 34 محطة على التراب الجزائري كانت موجودة أثناء الفترة الاستعمارية ، وتتضمن سلاسل إحصائية مطرية حرارية « استعملها سالتزر». تسمح باستغلال طريقة النطاقات الحيوية المناخية لأومبرجي وهي طريقة مناسبة لتحليل المناخ في البلدان المتوسطية وتعتمد ثلاثة عوامل : التساقط السنوي ، متوسط درجة الحرارة ، المدى الحراري **تأخذ الصيغة :** $Q = 1000P/(((M+m)/2)(M-m))$ **علما أن**

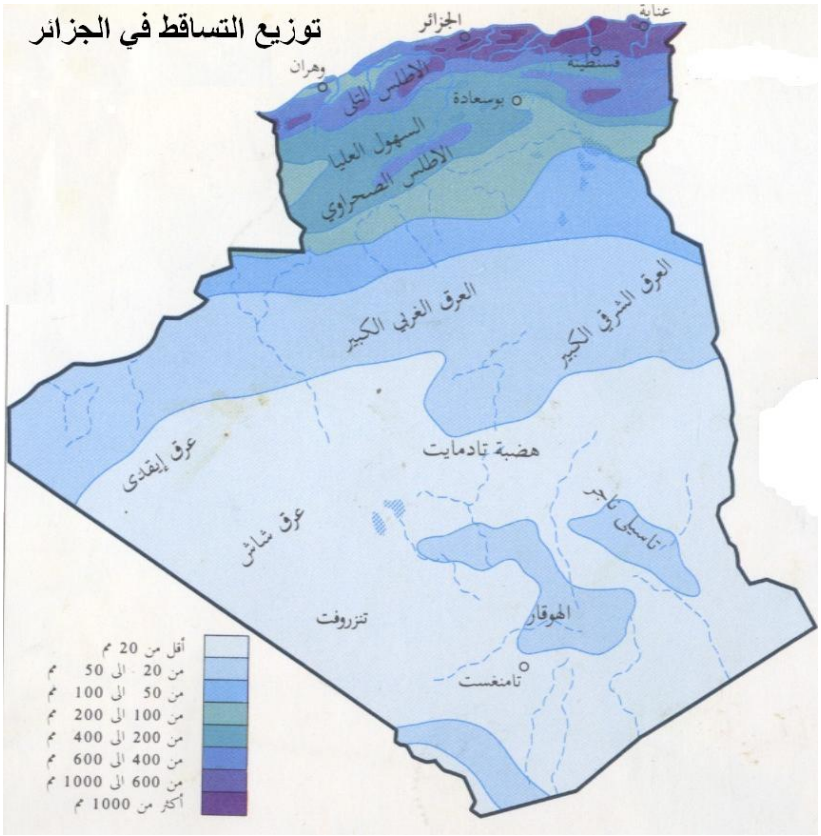
P : Pluviométrie annuelle.

Q : quotient d'emberger , (M+m)/2 : Moyenne thermique annuelle

M : Moyenne des maxima du mois le plus chaud.

m : Moyenne des minima du mois le plus froid.


خريطة توزيع المناخ في الجزائر
الجزائر
بجاية
عنابة
وهران
تيارت
قسنطينة
مسيلة
تلمسان
البيض
النعامة
الجلفة
غرداية
الوادي
بشار
ورقلة
تندوف
أدرار
عين صالح
اليزي
تمنراست
300 150 0 كلم
اقليم رطب
اقليم تحت الرطب
اقليم شبه جاف
اقليم تحت شبه جاف
اقليم جاف


توزيع التساقط في الجزائر
الجزائر
عنابة
وهران
قسنطينة
بوسعادة
الأطلس التلي
السهول العليا
الأطلس الصحراوي
العرق الغربي الكبير
العرق الشرقي الكبير
عرق إيقدي
هضبة تادمايت
عرق مشاش
تاسيلي ناجر
تنزروفت
الهوقار
تامنغست
أقل من 20 مم
من 20 الى 50 مم
من 50 الى 100 مم
من 100 الى 200 مم
من 200 الى 400 مم
من 400 الى 600 مم
من 600 الى 1000 مم
أكثر من 1000 مم

وتعتمد فيها درجات الحرارة المطلقة بالكالفن : K التي تعادل درجة الحرارة بالمئوي C +273° وتسمح هذه الطريقة بتمييز 5 نطاقات حيوية مناخية كبرى grands bioclimats méditerranéens وهي :

- **النطاق الرطب : Bioclimats humide .**
- **النطاق شبه الرطب : Bioclimats subhumide .**
- **النطاق نصف الجاف : Bioclimats semi-aride .**
- **النطاق شبه الجاف : Bioclimats subaride .**
- **النطاق الجاف (الصحراوي) : Bioclimats aride .**

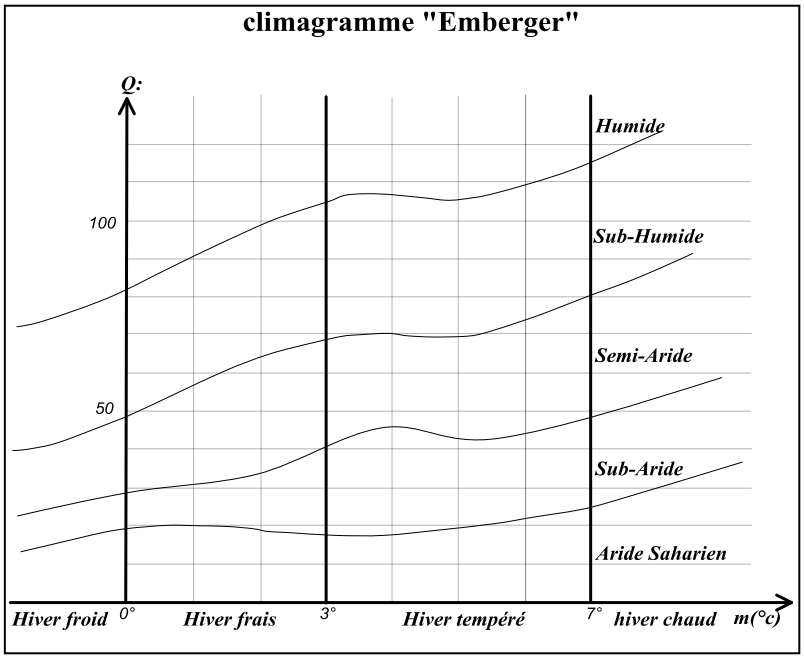
حدود النطاقات لم يتم وضعها بناء على قيم Q ولكن برسم على مخطط مناخي : Tracé sur un climagramme .

يجمع (يركب) قيم Q و m وضعه أومبرجي انطلاقا من تجاربه ومعارفه للوسط الطبيعي ، كما أن الحدود بين النطاقات غير متوازية فيما بينها Tracé empirique réaliser par Emberger à partir de ses fortes connaissances

متوسط درجات الحرارة الدنيا للشهر الأكثر برودة بالدرجات المئوية (m en valeur Celsius) هذه المتغيرة التي تدخل في تحديد النطاقات الحيوية المناخية تستعمل في تحديد ماتحت النطاقات الحيوية ، وهذا لدورها بالنسبة للنباتات وخاصة الزراعية أنظر خريطة (Les domaines bioclimatiques).

هذا العامل(m) يسمح بتصنيف المحطات المذكورة أنفا الى 4 ماتحت النطاقات بارزة في كل نطاق حيوي مناخي .

- ماتحت نطاق دوشتاء حار m > 7 ° غياب كلي للجليد . Sous bioclimat à hiver chaud
- ماتحت نطاق دوشتاء معتدل 7° > m > 3° نادرا مايتكون الجليد Sous bioclimat à hiver doux
- ماتحت نطاق دوشتاء شبه بارد 3° > m > 0° الجليد بصورة دورية Sous bioclimat à hiver frais
- ماتحت نطاق دوشتاء بارد 0° > m الجليد يتشكل بفعالية Sous bioclimat à hiver froid

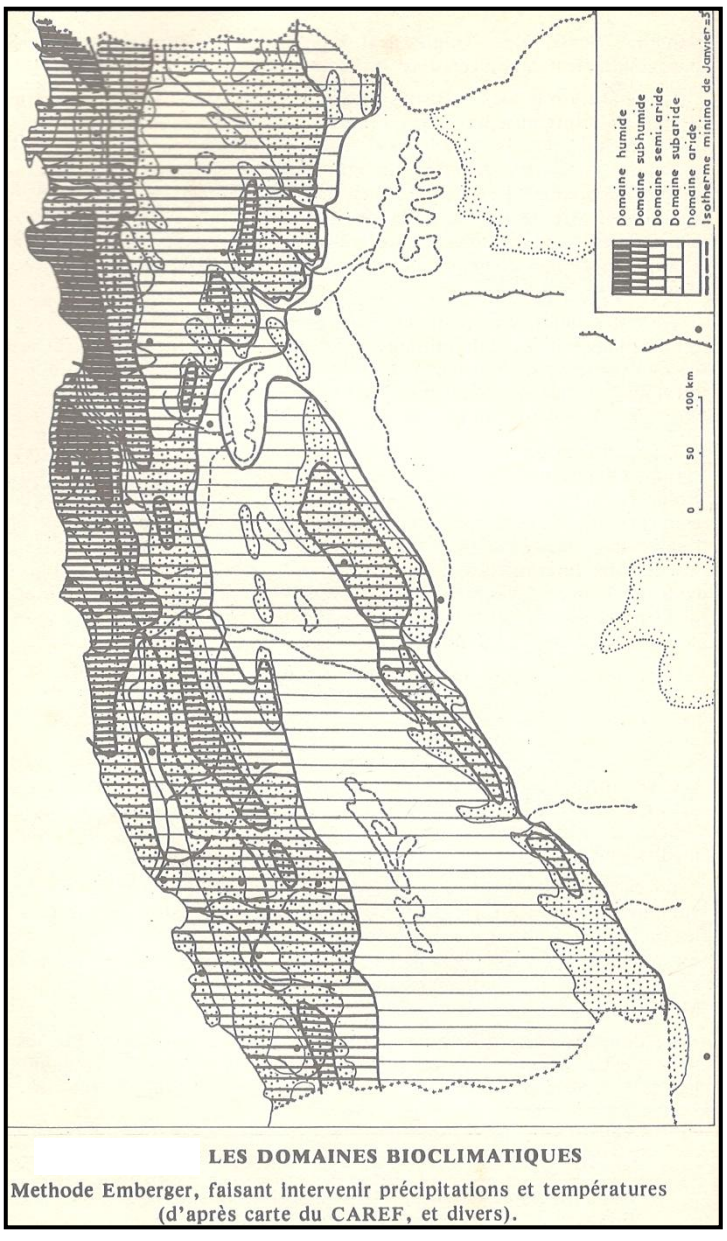


وهكذا فان كل محطة تعرف بهذين العاملين تتضمن شروطا حيوية مناخية مماثلة لمحطة لها نفس قيم **Q ، m .**

وتعد طريقة أومبرجي للتصنيف المناخي الأنسب للبلدان المتوسطية وهي من الطرق التي تعتمد على درجة الحرارة والمدى الحراري والتساقط، **ادخل ستيوارت تعديلات على طريقة أومبرجي فاختصر القانون على النحو التالي: Qs = 3,43 p/ (M-m)**

3-2) علاقة النظام المطري بالنباتات والزراعات في الجزائر (عملية البذر أي زراعة البذور والقطف أو الحصاد) :

كنتيجة لاختلاف كميات التساقط وفق التدرج المطري الذي سبقت الاشارة اليه ، وكذا أوقات سقوط الأمطار التي تتوافق مع فصلي الخريف والشتاء الى غاية حلول فصل الربيع (من سبتمبر الى شهر مارس)وهو ما يتوافق مع الانخفاض في درجة الحرارة ، مما يؤدي الى نقص عملية التبخر –النتح في هذه الفترة وهو بدوره يساعد في تغذية التربة بالمياه وزيادة مخزونها السهل الاستعمال من طرف النباتات ، وبتأثير عامل التضاريس و الارتفاع والتباينات اليومية والفصلية الحرارية(المدى الحراري) وخاصة بالسهول العليا .



LES DOMAINES BIOCLIMATIQUES
Methode Emberger, faisant intervenir précipitations et températures (d'après carte du CAREF, et divers).

عملية نضج الحبوب تتأثر كثيرا بدرجات الحرارة لفصلي الشتاء والربيع ، عندما ننظر لخريطة موعد الحصاد عبر الوطن نجدها تترجم بشكل جيد تنوع الحرارة المناسبة لذلك ، البدايات الأولى لعملية الحصاد تكون مع نهاية شهر مارس وبداية شهر أفريل على الأقدام الصحراوية ، ونهاية عملية الحصاد تكون شهر أوت بالمرتفعات. ويمتد موسم الحصاد لغاية بداية شهر سبتمبر ، علما أن بداية عملية البذر تكون خلال شهر أوث .

مماسبق يلاحظ أن أن الدورة الزراعية تمتد لحوالي 13 شهرا (من بداية البذر الى نهاية عملية الحصاد)، تتم عملية زراعة المساحات الزراعية مرة كل سنتين ، وتعد الاختلافات في مواسم الحصاد شيئا ايجابيا بالنسبة للفلاح الذي يقوم بعملية جمع محاصيله على مستوى السهل قبل تلك الخاصة بالجبل ومن ثم تخزينها أو اعادة توزيعها على فترات مختلفة .

تداخل عامل التساقط والحرارة هو ما يميز النظام المناخي ، فهو يتميز بمنحيين : الموسم الرطب البارد من جهة والموسم الحار الجاف من جهة أخرى ، هو ما يجعل الظروف غير مناسبة لازدهار النباتات (نقص المياه صيفا ونقص الحرارة شتاء) وبالتالي يقتصر ازدهار النباتات على المواسم الانتقالية (الربيع والخريف) هذا من وجهة نظر المختص في الفلاحة ، بينما يعد هذا شيئا ايجابيا وفق وجهة نظر المختص في الموارد المائية بحيث أن انخفاض درجة الحرارة في موسم الأمطار يساعد في زيادة مخزون التربة من الماء وكذا تخزين المياه في السدود والحواجز المائية .

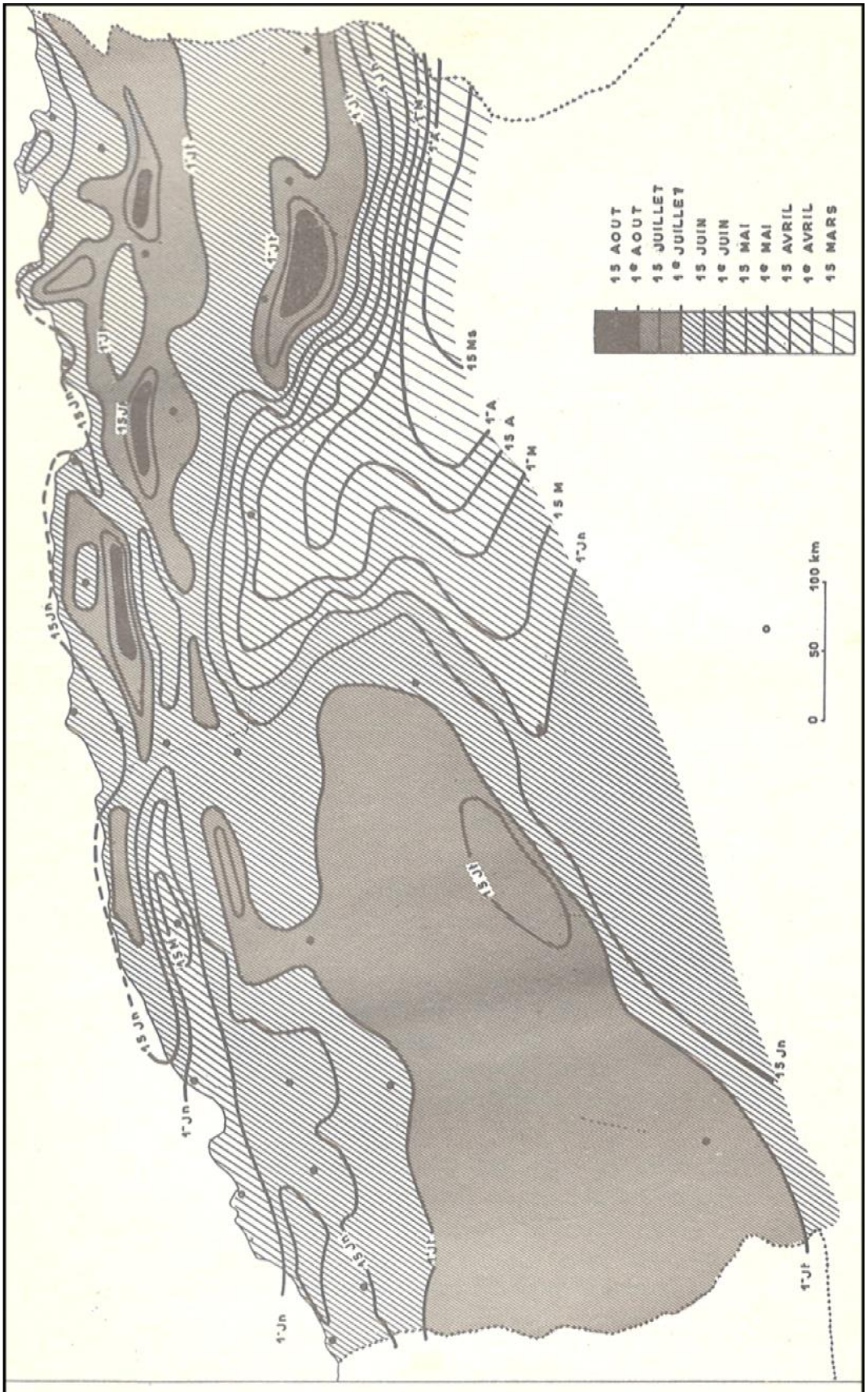
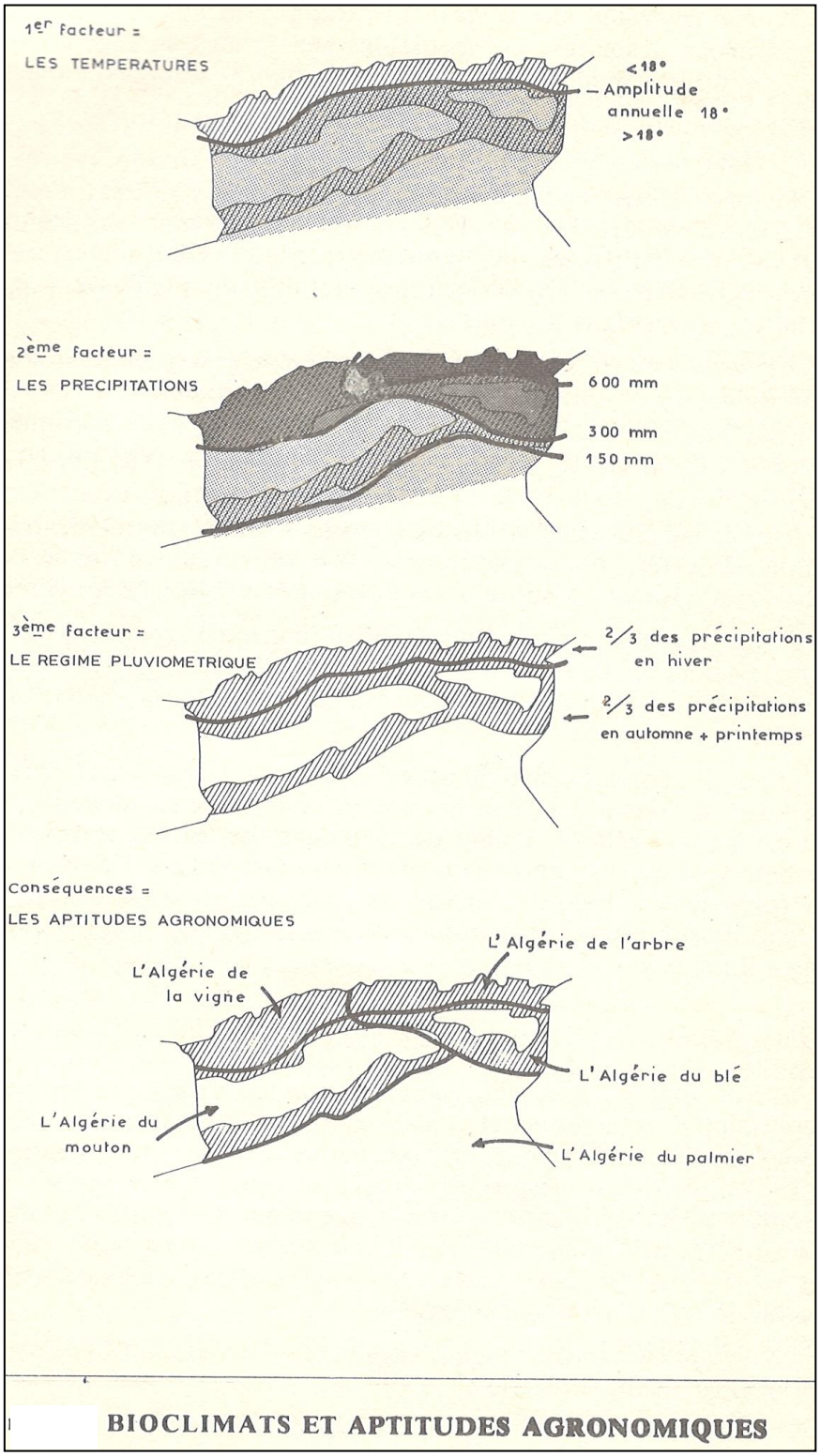


Fig. n° 8 : DATES DES MOISSONS SUIVANT LES REGIONS

Date de la moisson du blé dur, en année moyenne
(sources = enquêtes terrain).

عملية الجمع بين عاملي التساقط والحرارة بين شتى جهات الوطن هو ما يسمح بتعيين نطاقات حيوية مناخية وفقا لطريقة أومبرجي المناسبة لتحليل المناخ المتوسطي ، عددها 05 نطاقات(05Bioclimats) كما سبقت الاشارة اليه، وهو ماتوضحه خريطة النطاقات الحيوية المناخية المشار اليها سابقا .

4-2) تأثير المناخ على القدرات والمؤهلات الفلاحية بالجزائر : تداخل عاملي الحرارة والتساقط والعوامل الأخرى المؤثرة في المناخ بالجزائر من تضاريس متمثلة في السلاسل الجبلية التي تشكل حواجز طبيعية تحول دون التوزيع المتوازن للأمطار وبالتالي كميات التساقط التي تتناقص كلما اتجهنا من الشمال نحو الجنوب من جهة وكذا من الشرق نحو الغرب بفعل وقوع بعض الجهات في ظل المطر ،فالجهة الشمالية الشرقية تتلقى ما يزيد عن 600 ملم من الأمطار سنويا وتتراوح بالسهول العليا الشرقية والجهة الشمالية الغربية بين 300 و 600 ملم سنويا وتقل هذه الكمية لتتراوح بين 150 و300 ملم سنويا بالسهول أو الهضاب العليا الوسطى والغربية وشمال الصحراء بالجهة الشرقية وتقل كمية المطر عن 150 ملم جنوب الاطلس الصحراوي وكذا بتأثير عامل الارتفاع ، وعامل القرب والبعد من البحر المتوسط وظاهرة القارية وبالتالي زيادة المدى الحراري عبر الزمان والمكان (اليومي و الفصلي والسنوي وبين الشريط الساحلي والمناطق الداخلية) وفالمدى الحراري لايزيد عن 18°م في الشريط الساحلي شمالا بينما



يزيد عن 18°م في الجهات الأخرى ، كذا النظام المطري المرتبط بأوقات سقوط الأمطار (ثلثي كمية أمطار تسقط في فصل الشتاء بالنسبة للأطلس التلي والشريط الساحلي، وثلثي كمية الأمطار بالهضاب العليا والأطلس الصحراوي تسقط في فصلي الخريف والربيع)، ترتب عن هذه العوامل مجتمعة اختلاف القدرات والمؤهلات الفلاحية الخاصة بكل منطقة أنظر الشكل أعلاه الذي تتميز من خلاله :

ـ الناحية الشمالية الشرقية تستفيد من درجات حرارة المعتدلة دافئة ونظامها المطري يساعد في ازدهار الأشجار فهي تمثل في الجزائر اقليم الأشجار المثمرة بامتياز، غابات بالكتل الجبلية وأشجار التين بالأحواض وأقدام الجبال .

ـ الجهة الشمالية الغربية : تتضمن نفس درجات الحرارة المعتدلة الدافئة لكن النطاق نصف الجاف ، فهي تمثل نطاق الأشجار المثمرة المروية أي أنها بحاجة لعملية السقي (أشجارالحمضيات) أو الكروم .

ـ المنطقة الجنوبية الشرقية (السهول العليا الشرقية) : بها نطاق نصف جاف وبارد يمكنه أن يكون نطاقا للأشجار لكن النظام المناخي يجعله مفضلا للزراعات السنوية (الحولية) جزائر الحبوب .

ـ المنطقة الجنوبية الغربية : (السهول العليا الوسطى والغربية) وهو الأكثر حرمانا أو الأقل استفادة لأنه بارد وجاف ، الشكل المفضل هو استغلالها كسهوب لتشكل نطاق أو جزائر تربية الأغنام (جزائر الخروف).

ـ أخيرا النطاق الصحراوي وهو نطاق نخيل الثمر ، مع أن أشجار النخيل بحاجة الى الماء الأ أنها تقاوم العديد من العوامل الصعبة للمناخ الصحراوي من ارتفاع للحرارة وجفاف الهواء زيادة على ملوحة التربة .

المحور 03 : الجفاف L'aridité

1) الجفاف (مختلف المؤشرات الدالة).L'aridité (les différents indices de caractérisation)

1-1) تعريف الجفاف : L'aridité

- **الجفاف (صفة المناخ القاحل) L'aridité**: مناخ يتميز بضعف متوسط التساقط السنوي و عجزه الكبير مقارنةً بالتبخر - النتح المحتمل أو الكامن l'évapotranspiration potentielle ETP ، على العكس تماما من المناخ الرطب. كمفهوم مناخي فان الجفاف بهذا المعنى له أبعاد مجالية أو مكانية (منطقة قاحلة : Zone aride) أونطاق جاف مثلا.

- **الجفاف مناخيا والجفاف الظرفي (Aridité et Sécheresse) :** لا ينبغي الخلط بين مفهوم الجفاف (كما ذكرناه الذي يتميز بالبعد المجالي أي يميز منطقة معينة بالخصائص المناخية السابق ذكرها) والجفاف : LA SECHERESSE ، وهو مفهوم ميثيورولوجي أي خاص بالأرصاد الجوية له بعد زمني بمعنى أنه مرتبط بفترة زمنية معينة – أي أن الجفاف LA SECHERESSE بهذا المعنى ظاهرة ظرفية دورية (فترة معينة ، سنة جافة). الجفاف له آثار قوية على المياه والنباتات في أن واحد .

الجفاف : L'aridité عندما نتحدث عن الجفاف ، نفكر في الغالب في الماء. ولكن نظرًا لأن العوامل المناخية لا تتدخل أبدًا بمفردها ، فإن العوامل الأخرى بالإضافة إلى الماء تؤثر مثل: درجة الحرارة (° T / C) ، و (ETP) Evapotranspiration ، ... يجب أن نعرف أولاً مصادر المياه واستخدام هذه المياه لفائدة الغطاء النباتي .

تجدر الملاحظة الى أن :

- ✓ المدخلات أو مصادر الماء متمثلة في (هطول الأمطار والاحيتاطيات الموجودة في التربة ، طبقات المياه الجوفية).

✓ أما فقدان الماء فيتم اما : عن طريق النتح Transpiration أو عن طريق التبخر Evaporation

نتحدث عن منطقة قاحلة عندما تكون الخسائر (في H2O) أكبر من مكاسب الاحتياطي المفيدة (Réserve utile RU). ان المياه التي يمكن للنبات الوصول إليها مباشرة هي تلك الموجودة في كتلة التربة التي اجتاحتها أو تغلغلت اليها الجذور.

يتوقف حجم الماء الذي يمكن للنبات استغلاله على حجم خزان أو احتياطي الماء ومدى تعبئته بواسطة التساقطات أو إفراغه بالتبخر فالأمر اذن على صلة بـ :

• تحديد كمية المياه المتاحة للنبات . (في النطاق المناخي الجاف ونصف الجاف المتوسطي)

• تفاعل النبات مع هذا الماء وهو متعلق بمشكلة التبخر والنتح ، فسقوط الأمطار لايعني بالضرورة ازدهار النباتات اذا كانت قيم التبخر النتح الممكن عالية مقارنة بهذه التساقطات .

2-1) مختلف مؤشرات الجفاف : les différents indices d'aridité :

1-2-1) مؤشر الجفاف LANG (1920) : أو معامل المطر وهو أكثر المؤشرات بساطة يكتب وفق العلاقة :

I =P / T . حيث P = متوسط التساقط السنوي ، T= متوسط الحرارة السنوي .

تم استخدام مؤشر LANG بشكل أساسي في المناطق الحارة أو المعتدلة الجافة ، حيث تفقد فيها نسبة كبيرة من الماء نتيجة التبخر الشديد ، مما يتسبب في جفاف التربة وتدمير الأجزاء الهوائية من النباتات .

وفق هذا المقياس قسم العالم الى أقاليم بيومناخية : عندما يكون I أكبر من 40 لدينا أقاليم تتجه نحو الرطوبة ولما تكون نتيجة المقياس أقل من 40 فالأقاليم جافة .

2-2-1) مقياس ديمارطون : 1926 : مقياس ديمارتون هو بمثابة تعديل لمؤشر LANG لجعله قابلاً للاستخدام في حالة القيم السالبة لمتوسط درجات الحرارة السنوي أيضًا **صيغته : Indice de Demartonne = P / (T + 10)** .

لذلك لدينا دائمًا نسبة بين كمية المياه الساقطة والتبخر ، على افتراض أن الأخير يمثل دالة خطية لدرجة الحرارة (°C).

من جهة أخرى فان التبخر يحدث في الغالب خلال الساعات أو الأشهر الساخنة .

مقياس ديمارتون	5 >	10 - 5	20 - 10	30 - 20	30 <
نوع الحياة النباتية	صحراء	أعشاب فقيرة	استبس	حشائش غنية مختلطة بالأشجار	غابات
نوع المناخ	جاف صحراوي	نصف جاف	شبه رطب	رطب	رطب

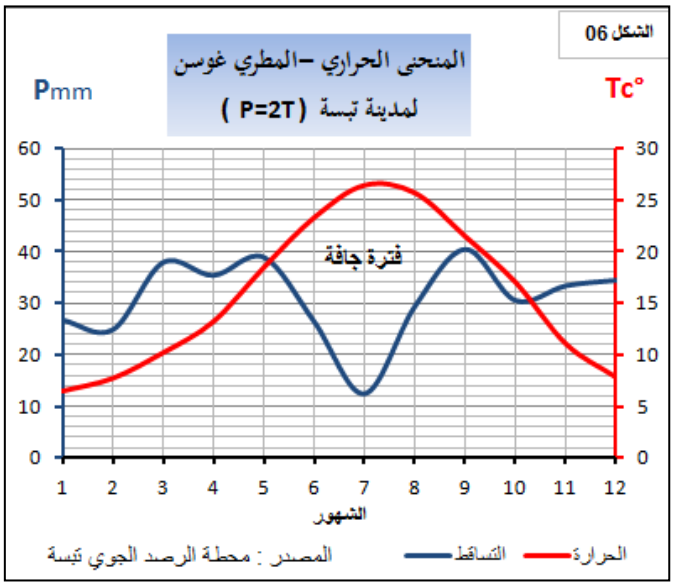
3-2-1) مقياس بيرو : Birot : يسمح فقط بإعطاء صفات للشهور الجافة والرطبة معادلته على الشكل التالي :

I = (P x j)/T حيث **I** : معامل المناخ لبيرو ، **P** : كمية التساقط الشهري ، **j** : عدد الأيام المطيرة ، **T** متوسط درجة الحرارة الشهري ، يكون الشهر جافا اذا كانت قيمة مقياس بيرو أقل من 10 ويكون رطبا اذا كانت أكبر من 10 .

4-2-1) المنحنى المطري الحراري لغوسن وباغنول : BAGNOULS et GAUSSEN (1953, 1957, 1958):

طريقة غوسن جاءت لتوضيح وتمييز الأشهر الجافة من الرطبة خلال السنة كمؤشر للجفاف .

مبدأ الرسم البياني الحراري المطري : نمثل على رسم بياني في الإحداثي السيني (محور الفواصل)أشهر السنة بالترتيب ، على اليمين كمية التساقط (معبراً عنه بالمليمتر)، على اليسار متوسط درجات الحرارة الشهرية بالمئوي وفق سلم التساقط بضعف أو مرتين درجة الحرارة .

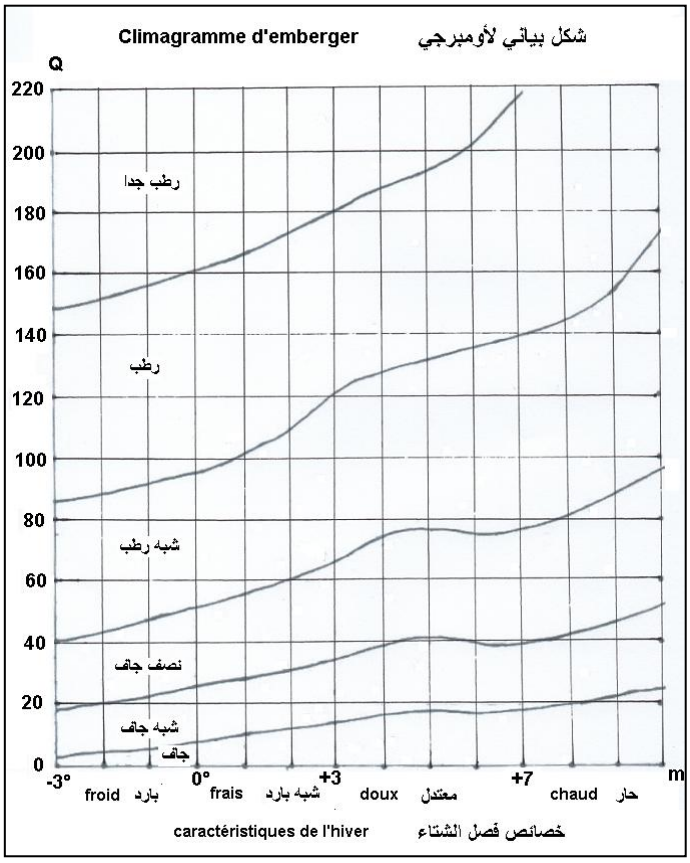


عندئذ نرسم منحنى الأمطار والمنحنى الحراري. لقد تبين من خلال الأعمال الايكولوجية أن شهراً ما يمكن اعتباره جافًا عندما يكون إجمالي تساقط الأمطار أقل من أو يساوي ضعف درجات الحرارة . $P < 2T$ أنظر الشكل التالي الذي يمثل المنحنى الحراري المطري لمدينة أو محطة تبسة الواقعة بالهضاب العليا الشرقية الجزائرية أين يبدو تأثير القارية ، يبين لنا المنحنى فترة الجفاف التي تمتد خلال السنة من شهر ماي الى شهر أكتوبر أي مدة 6 أشهر في السنة أين نجد منحنى الحرارة أعلى من منحنى التساقط ، الانتقال من شهر جاف الى شهر رطب لا يتم فجأة وإنما يتم مرورا بمرحلة شبه جافة تعرف على أنها شهر يكون فيه مجموع التساقطات أكبر من ضعفي درجة الحرارة وأقل من ثلاثة أضعاف . $3T>P>2T$

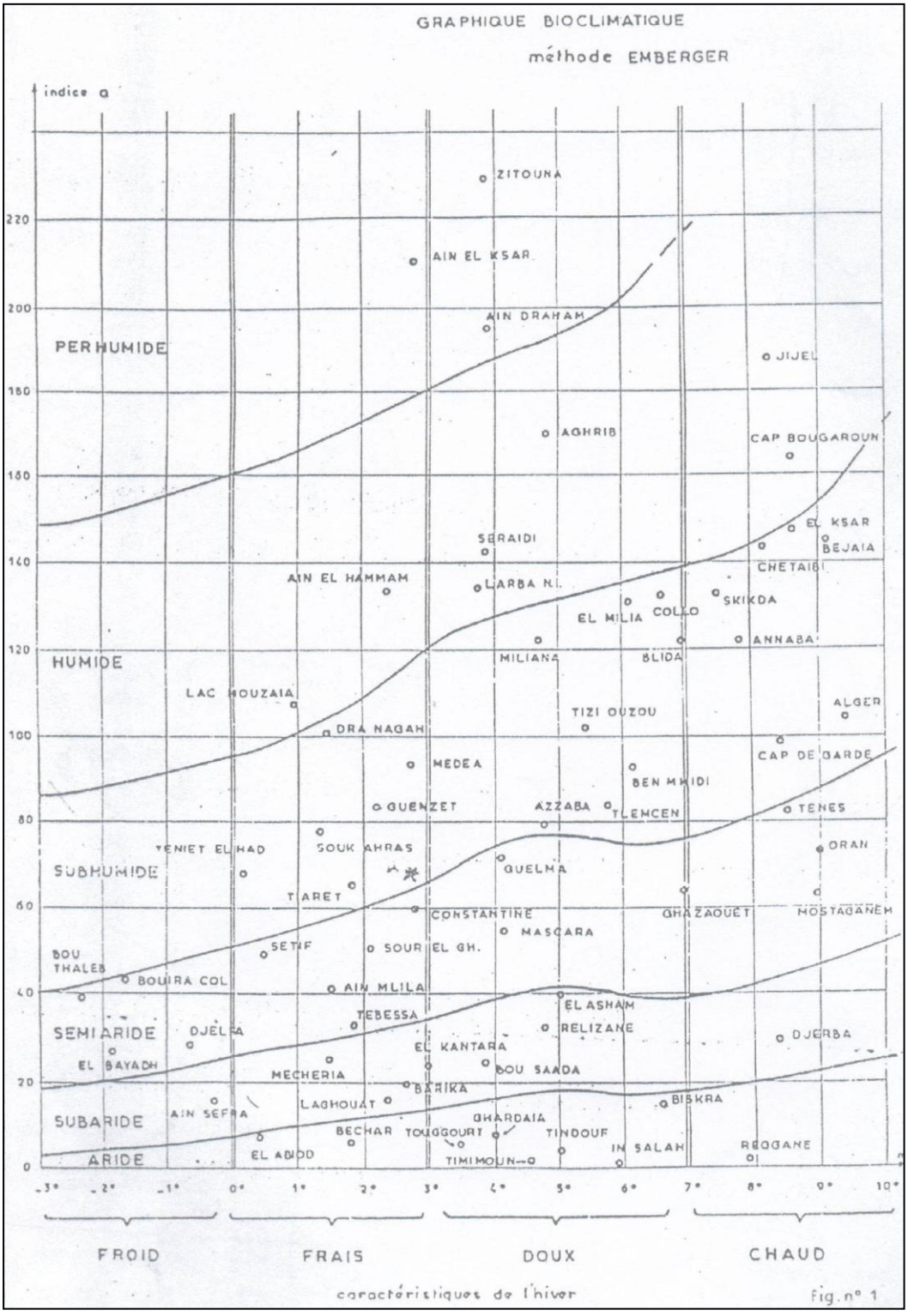
5-2-1)مقياس أومبرجي : Emberger : مقياس حراري مطري pluviothermique تكتب صيغته على النحو التالي:

$Q = 1000P/(((M+m)/2)(M-m))$ ويمكن كتابته انطلاقا من ذلك كما يلي : $Q = 2000P/(M^2-m^2)$

سبقت الاشارة لمفرداته ، فهو يعتمد على متوسط درجة الحرارة القصوى M لأكثر الشهور حرارة ومتوسط درجة الحرارة الدنيا m لأكثرها برودة ، P معدل التساقط السنوي ، مع حساب درجات الحرارة بالكالفن (المطلقة) حيث : $K = C° + 273$ ، تسمح قيم معامل أومبرجي المبنية أساسا على درجتي الحرارة الدنيا والقصوى والمدى الحراري وكمية التساقط السنوي بتحديد نطاقات حيوية Bioclimats منها النطاق الرطب جدا (تزيد كمية التساقط السنوي عن 1200 ملم)ونجده بمناطق محدودة جدا بالجزائر ،النطاق الرطب(800-1200ملم) يسود اضافة الى سابقه بالمنطقة التلية الوسطى والشرقية مثل جبال جرجرة بالقبائل الكبرى وجبال القبائل الصغرى بين القل وجيجل اضافة لمنطقة جبل الايدوغ بعنابة وبعض المناطق الداخلية بتأثير عامل التضاريس كجبال مجردة ، شبه الرطب (تصل كمية التساقط السنوي الى 800ملم)يغطي باقي الأجزاء الشمالية الى غاية السفوح الجنوبية للأطلس التلي ومرتفعات الأطلس الصحراوي ، نصف الجاف(300-600 ملم) يغطي السهول



العليا ، شبه الجاف (250-350 ملم) على السفوح الجنوبية للأطلس الصحراوي ، الجاف الصحراوي(أقل من 250 ملم)يسود الجنوب الصحراوي ،النطاقات الخمسة هي السائدة ثم وبناء على درجة الحرارة الدنيا لأبرد شهر في السنة تتحدد ما تحت النطاقات الحيوية Sous bioclimats التي تدل على مواصفات فصل الشتاء من حيث البرودة أوالدفئ أنظر الشكل : Climagramme d'emberger. الشكل التالي يوضح أهم المحطات في الجزائر وتوزيعها على الشكل البياني لأومبرجي .



6-2-1)مؤشر ثورنثويت (1948): يأخذ في الحسبان التبخر (ETP) ويفترض أن النباتات تحتوي على كمية غير محدودة من الماء. (التبخر النتح : عملية تراكمية لتبخر ونقل المياه إلى الغلاف الجوي عن طريق نتح النبات) كما سنأتي اليه عند دراسة الموازنة المائية . التساقط P = الجريان السطحي + التبخر + ETP + الاحتياطي

إذا كان P > ETP ، فهو الاحتياطي ، إذا كانت P <ETP ، فإن النبات يعتمد على الاحتياطي.

إذا كان الاحتياطي < ETP ، فلا يوجد المزيد من النباتات.

والأخير هو مؤشر للجفاف المناخي-الحيوي I = P / PET

I <0.03 ، هو قاحل جدا

0.03 < I > 0.2 ، إنه قاحل

0.2 < I > 0.5، شبه قاحل

0.5 < I > 0.75 ، إنه شبه رطب.

3-1) أنواع الجفاف المختلفة

1-3-1)الجفاف بمقاربة ميتيورولوجية : يتحدث علماء الأرصاد عن حالات الجفاف أو شح هطول الأمطار ، عندما يتجاوز الانحراف النسبي لكميات سقوط الأمطار عن المتوسط 20٪ . فالجفاف ظاهرة جوية تحدث عندما يكون معدل سقوط الأمطار أقل من المتوسط لمدة عام أو أكثر. من الصعب تحديد العجز في هطول الأمطار لأن المعدلات مضللة ، خاصة في المناطق القاحلة حيث يتفاوت إجمالي هطول الأمطار بشكل كبير من سنة إلى أخرى .

يلعب توزيع هطول الأمطار عبر الزمان والمكان دوراً حاسماً ، فإذا كان مرضياً ، فإن أمطار "أقل من المتوسط" تسمح بعائدات كافية (مردودية كافية)، في حين أن إجمالي هطول الأمطار "المتوسط" أو حتى بكميات تزيد عن المتوسط ليس مرادفًا لـ "متوسط" أو مقدار أعلى من متوسط الغلات وهذا يعني أن الجفاف مرتبط بكمية التساقط من جهة وتوزيعها بانتظام زمانيا ومكانيا .

2-3-1)الجفاف الهيدرولوجي

يمكن اعلان حالة الجفاف الهيدرولوجي عندما نلاحظ عجزًا كبيرًا في المياه الطبيعية (المطر ، المياه الجوفية ، السطحية الجارية) لاستخدام معين ومقارنة بالمتوسط المتعلق بالتوافر ، وهذا على مساحة كبيرة. وبالتالي فان الجفاف الهيدرولوجي يرتبط حصريًا بنقصان التدفق السطحي في المجاري المائية .

3-3-1)الجفاف المتعلق بالتربة Edaphic

يتم تعريفه من خلال انخفاض تسرب المياه في الأرض وبالتالي انخفاض مخزون الماء في التربة . قد يكون هذا الجفاف ناجما عن الجفاف الميتيورولوجي ولكنه يعتمد أيضًا على طريقة استخدام التربة .اضافة الى المؤشرات التي سبق التطرق اليها تستعمل أيضا بعض المؤشرات ومنها :

4-1) مؤشرات أخرى للجفاف :

1-4-1) مؤشر الانحراف عن المتوسط Indice de l'écart à la moyenne (Em) : يسمح بمعرفة الجفاف خلال سنة نحصل عليه بطرح متوسط كمية التساقط السنوي **Pm** من كمية التساقط **Pi** للسنة المدروسة **Em = Pi – Pm**

2-4-1)طريقة العجز كنسبة مئوية من المتوسط السنوي:

- تكون السنة المدروسة في حالة من الجفاف المعتدل ، إذا كان العجز يتراوح بين 20 - 40 ٪ مقارنة مع المتوسط السنوي :

- تكون جافةً إذا كان العجز يتراوح بين 40-60٪.
- تكون جافةً جدًا إذا كان العجز يتراوح بين 60-80٪.
- تكون جافةً للغاية إذا تجاوز العجز 80٪.

يتم استخدام هذه الطريقة من قبل المكتب الوطني للأرصاد الجوية (O.N.M) الجزائر.

1-4-3)مؤشر هطول الأمطار (Indice de pluviosité)

وهي نسبة كمية التساقط السنوي إلى متوسط التساقط السنوي : **Ip = Pi/Pm**

تعتبر السنة رطبة إذا كانت هذه النسبة أكبر من 1 وجافة إذا كانت أقل من 1.

1-4-4)نسبة إلى سقوط الأمطار العادي (RN): رياضيا تكتب على النحو التالي : (RN%) = (Pi/Pn)X100

مع Pi : هطول الأمطار لسنة معينة أو لفترة معينة . : Pn هو متوسط هطول الأمطار .

السنة الجافة هي السنة التي يكون فيها RN أقل من 100 ٪ (Rognon، 1997).

1-5) عوامل الجفاف : للجفاف أسباب طبيعية وأخرى بشرية أو عوامل تفسر لنا انتشار الجفاف عبر أرجاء كبيرة من الكرة الأرضية .

1-5-1)الأسباب الطبيعية ومنها :

الموقع الفلكي : المناطق الواقعة بين خطي العرض 20° و30° شمالا وجنوبا يسود بهما الضغط المرتفع شبه المداري لسبب ديناميكي متعلق بنزول الهواء من أعلى الى أسفل بهذه المناطق بعد ما فقد حمولته من بخار الماء بالمنطقة الاستوائية ، ارتفاع الضغط الدائم يحول دون وصول الاضطرابات الجوية وسقوط الأمطار بهذه العروض كما أن الهواء الهابط يعد جافا كما ذكرنا وهو ما يجعل مناطق انتشار الصحاري في العالم تتوافق وهذه العروض .

القارية : أو الموقع البعيد عن المسطحات المائية يجعل بعض المناطق بعيدة عن الرياح المحملة بالرطوبة القادمة من البحار ومصادر الرطوبة الأخرى وبالتالي يقل سقوط المطر بها على العكس من المناطق المجاورة للمسطحات المائية .

التضاريس والسلاسل الجبلية : امتداد السلاسل الجبلية يحول دون وصول المؤثرات البحرية (الرياح المحملة بالرطوبة)الى جهات أخرى فهي بمثابة حواجز طبيعية تمنع التوزيع المتوازن للأمطار ،حيث تفرغ الكتل الهوائية حمولتها من الماء على شكل أمطار تصاعدية باصطدامها بالحواجز الجبلية أما الأجزاء التي تقع خلفها أو مايعرف بمناطق ظل المطر فيندر سقوط الأمطار بها أو يكون بكميات ظئيلة .

1-5-2)الأسباب البشرية : وتتمثل في تصرفات الانسان الخاطئة المتعلقة باستعمال المياه والتربة والنبات وهو مايتسبب في زيادة انتشار ظاهرة الجفاف . فازالة الغطاء النباتي من خلال عمليات قطع الأشجار والحرق والرعي المجحف تقلل من تسرب الماء الى داخل التربة وتضعف تماسكها وبالتالي تسهل الجريان السطحي للمياه وانجراف التربة وزيادة فقرها ، وبالتالي زيادة البقعة التي يحتلها الجفاف وزحف الصحراء نحوها .

وعليه فان النشاط البشري ان لم يساهم بطريقة مباشرة في عملية الجفاف فانه يفاقم من حدة الظاهرة ، وزيادة على ما ذكرناه فان النشاط البشري من خلال نفث غازات الدفيئة مثل غاز الفحم والميثان والغازات الأخرى التي تساهم بطريقة أو بأخرى في ظاهرة الاحتباس الحراري من شأنها نشر ظاهرة الجفاف وارتفاع حرارة الأرض ، اذ يعد العنصر البشري المسؤول عن 60 % من غازات المسببة للاحترار ، وهي مشكلة عالمية تنعكس على أرجاء واسعة من سطح الأرض سلبا ، فالتغيرات المناخية التي تعرفها الكرة الأرضية تؤدي لاصابة مناطق شاسعة بظاهرة الجفاف التي تمتد لسنوات عدة وتؤدي لخسائر بشرية كبيرة ، ويعد دور الانسان عاملا حاسما في هذه العملية .

المحور الرابع : الموازنة المائية (الحصيلة المائية)Le bilan hydrique

1) الموازنة المائية : أهميها -عناصرها -كيفية حسابها

تمهيد : حساب الموازنة (الحصيلة المائية) من أهم المواضيع التي تشغل بال علماء المناخ والمهتمين بالجانب الحيوي منه خصوصا .وتكمن فائدة هذا الحساب في معرفة وتقييم توزيع المياه على سطح الأرض أي الفرق بين ما تكسبه التربة عن طريق التساقط (أمطار ، ثلوج ، برد.....) ، وبين ماتفقده عن طريق التبخر . أو بعبارة أخرى التفريق بين الفترات الممطرة والفترات الجافة .

1-1) أهمية دراسة الموازنة المائية : نتطرق لها لعلاقتها بقضية شح المياه التي تعد قضية بيئية محورية على جميع المستويات المحلية والاقليمية و العالمية لما لها من تبعات جمة تطال مختلف الجوانب الاقتصادية والسياسية والأمنية والصحية في حياة الأفراد والشعوب.. فوفقا لبرنامج الأمم المتحدة للمياه ، يؤثر شح المياه على جميع القارات وعلى أكثر من 40 في المائة من الناس على كوكبنا. وبحلول عام 2025، سوف يعيش 1.8 مليار شخص في بلدان ومناطق تعاني من شح المياه، كما سيواجه ثلثا سكان العالم ظروفا معيشية متردية بسبب نقص الموارد المائية العذبة. ومن ذلك فان معظم المدن الداخلية الجزائرية على غرار مدينة تبسة بحكم موقعها في القطر الجزائري والمناخ نصف الجاف السائد بها تعتمد أساسا في تلبية احتياجاتها المائية على المياه الباطنية فهي عرضة للتناقص تبعا لمناخها من جهة وبسبب الاستغلال المفرط والفوضوي لها من خلال الأبار العشوائية من جهة أخرى وهو مايسبب انخفاض مستوى السماط المائي بها ، لذا فمن الضروري استشعار الخطر المحدق بسكانها مستقبلا ، ووضع استراتيجية دقيقة وواضحة هادفة لتعزيز كفاءة استخدام وحماية هذا المورد الحيوي الثمين ، ابتداء برسكلة المياه المستعملة ومن ثمة حماية المياه الجوفية من التناقص والتلوث في أن واحد والعمل على تغذية وتعبئة الأسمطة المائية باتخاذ الاجراءات التقنية الكفيلة بذلك ، "وقد لقيت قضية الأمن المائي زخما في الساحة الدولية، وذلك بسبب صلتها بالسلام والأمن الوطني وأيضا بسبب مضاعفاتها على التنمية المستديمة. ففي مارس (آذار) من عام 2013، اتفق فريق عمل الأمم المتحدة الخاص بالأمن المائي على تعريف لمفهوم الأمن المائي بأنه: قدرة الشعب على الحفاظ والوصول المستديم لكميات ملائمة للمياه". وفي هذا الاطار تندرج جهود الدولة الجزائرية من خلال تحلية مياه البحر و تحويل المياه من المناطق التي تتلقى كميات تساقط معتبرة نحو المناطق التي تفتقد الى ذلك .

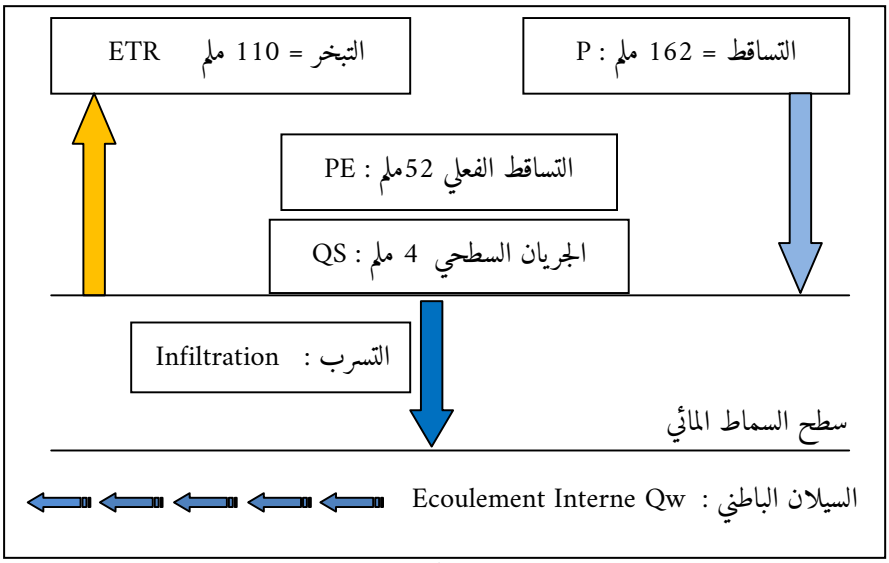
ان حساب الموازنة المائية يسمح بتقدير مايلي :

2-1) عناصر الحصيلة المائية : التساقط : Precipitation (P) ، التبخر- النتح الفعلي Evapotranspiration réelle (ETR) ، الجريان السطحي : Ruissellement (R) ، التسرب Infiltration (I) ، التبخر - النتح الممكن أو الكامن Evapotranspiration potentielle (ETP) . وذلك مايسمح لنا بتقدير الفائض المائي او العجز المائي لرطوبة التربة شهريا وهو مايكتسي أهمية في شتى الميادين (استخدامات الأرض الزراعية وتحديد تقنيات الري المناسبة ومختلف الأنشطة الاقتصادية التي تعد المياه دعامة لها ، توطين السدود وانشاء الحواجز المائية ، علما أن الاوساط الحضرية تمتاز بقلة التسرب وكثرة الجريان السطحي المسبب للفيضانات وعدم الاحتفاظ بالماء في التربة مقارنة بغيرها وبالتالي قلة التبخر - النتح وارتفاع درجات الحرارة).

فالموازنة المائية مكونة من عناصر وهي 1) التبخر Evaporation ، التسرب Infiltration ، السيلان L'écoulement . يمثل التبخر جزء هاما في الحصيلة المائية لأنه يتحكم في نمو النبات ، ومعرفة الحصيلة المائية كميا أو

عدديا يتحكم في عمليات الاستسلاح سواء في المجال الزراعي أو العمراني وفي مقاومة انجراف التربة ، فالمناطق ذات التساقط القليل والتبخر الكبير تصبح غير محبذة لانشاء السدود وفي عمليات الري أيضا ، كما أن المناطق ذات البخار الكثير لا تصلح لانشاء السدود وفي عمليات الري أيضا ، كما أن المناطق ذات البخار الكثير لاتصلح لاقامة مستشفيات لمعالجة بعض الأمراض كالربو مثلا. الحصيلة المائية هي الفرق بين المياه الواردة الى سطح الأرض وباطنه والمياه الصادرة منهما. ح م = م و – م ص

النمط أو الشكل العام لتوزيع المياه على سطح وباطن الأرض.



سطح السماط المائي : المستوى الذي نجد به المياه بباطن الأ رض

P : تساقط : Pluie , Precipitation .

ETR : التبخر النتح الفعلي : Evapotranspiration réel

PE : التساقط الفعلي : Precipitation eficace

Qs : سيلان سطحي : Ecoulement en surface

I : تسرب: Infiltration

IE : تسرب فعلي

QW : سيلان أو جريان باطني Ecoulement interne

QT : سيلان أو جريان طبيعي Ecoulement Naturel

تكون الحصيلة المائية في ثلاث حالات : ايجابية _ سلبية _ منعدمة

التبخر النتح : Evapotranspiration وهو خروج الماء من مختلف الظواهر أو مجموع المياه الصادرة عن سطح الأرض.

التبخر : Evaporation هو خروج الماء على شكل بخار من الأسطح الصلبة أو السائلة المعرضة للجو.

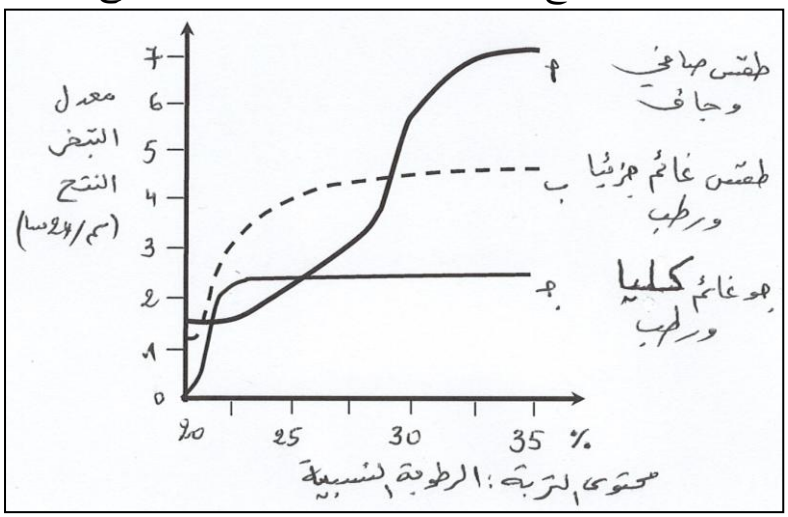
النتح : Transpiration هو خروج الماء من النبات على شكا بخار .

فالتبخر النتح يجمع بين عمليتين الأولى فيزيائية متمثلة في التبخر والثانية حيوية وهي عملية النتح عند النبات ، وترتبط عملية التبخر- النتح بعوامل : الرطوبة والحرارة والإشعاع الشمسي والغطاء النباتي .

1-3) العوامل المؤثرة على التبخر النتح :

1-3-1) ظروف مناخية : مدة الاشعاع ، درجة الحرارة مع مدة الاشعاع ، الرطوبة النسبية كلما كان الغلاف الجوي جافا كلما زادت عملية النتح أنظر الشكل.

2-3-1) عوامل أرضية :(رطوبة التربة) كلما كانت التربة رطبة مع توفر العناصر المناخية كلما زادت عملية النتح والتبخر ،قابلية التوصيل المائي ، بعد السماط المائي الباطني عن سطح الأرض، ميل سطح الرض .



بالنسبة لرطوبة التربة فان معدل التبخر النتح اليومي يزداد طردا مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة ولكن هذا المعدل يقل مع زيادة الزمن.

بالنسبة لقابلية توصيل المياه : بعد السماط المائي كلما كان قريبا من سطح الأرض تزداد عملية التبخر .

ميل سطح الأرض : السطح المائل يعرض الأشعة للتبعثر عكس السطح غير المائل (المستوي) حيث تتركز الأشعة.

3-3-1) عوامل نباتية : كنوع النبات ، ونسبة الغطاء النباتي .

بعض النباتات لها مسامات كثيرة والبعض ذو مسامات قليلة.

سطح الأوراق (نصل الورقة) كبير يؤذي الى تركيز الأشعة وزيادة تعرض النصل لها .

كلما كان الغطاء النباتي كثيف كلما قلت عملية التبخر وتزيد عملية النتح والعكس بتفرق الغطاء النباتي .

4-1) طرق تقدير عملية التبخر النتح : هناك طرق رئيسية منها

1-4-1) طريقة بلاني وكريدل : Blaney et criddle (سنة 1931 في الولايات المتحدة) يتحكم في عملية التبخر النتح عاملان أساسيان : أولا : قوة البخر : Tension de vapeur وهي عملية مرتبطة بالحرارة ومدة الاشعاع ويرمز لها (F) ثانيا : الرطوبة النسبية : (H).

أول معادلة صيغت بهذا الشأن : **ETP = F-K(114-H)** حيث K معامل تصحيح يتغير حسب التربة والنبات .

2-4-1) طريقة تورانتويث 1948 : لقد لاحظ تورانثويث أن الموازنة المائية لاي منطقة ترتبط اساسا بدرجة الحرارة فصاغ معادلة على النحو التالي : **$ETP = 16(10T/I)^a K$** حيث T : متوسط درجة الحرارة الشهري بالمئوي ، I : معامل حراري سنوي يساوي مجموع المعاملات الشهرية للسنة $(I=\Sigma i)$ ، $i=(T/5)^{1,514}$ وهذا يعني أن $i=(0,2T)^{1,514}$ و a دالة للمعامل الحراري حيث : $a=1,6(I/100)+0,5$ و K: معامل تصحيح متغير بتغير أطوال النهار وخط العرض(بالنسبة لمحطة تبسة خط عرض 35,428 درجة عرضية) قيمه موضحة في الجدول التالي06 :

الشهر	ج	ف	م	أ	ما	جو	ج	أو	س	أك	ن	د
K	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85

النقد الموجه لثورنثويث :

1) هذه المعادلة تعطي نتائج أقل خاصة في النطاقات الجافة ونصف الجافة ، ونتائج أكبر في المناطق الاستوائية ، ومقبولة في النطاقات الرطبة وشبه الرطبة .

2) تكمن أهميتها في استعمال جداول خاصة تدلل صعوبة أوقلة المعطيات .

3) هذه الطريقة صالحة للتطبيق في المناطق الرطبة وشبه الرطبة في الولايات المتحدة محل اجراء التجارب من طرف ثورانثويث .

3-4-1) طريقة بان مان 1948 : أدخل "بان مان" Panman عدة عناصر مناخية في صياغته للمعادلة كالاشعاع الشمسي ، الرطوبة الجوية ، والحرارة ، وسرعة الرياح .

$$ETPmm = (\triangle H + Ea)/(\triangle + \propto)$$

حيث ETPmm : التبخر النتح الممكن بالملمتر .

H : كمية المياه المتبخرة المناسبة لاستهلاك 60 حريرة لواحد ملم / مساحة 1سم2 .

$\triangle$: تغير ضغط بخار الماء للهواء المشبع بالملمتر الزئبقي .

Ea : قيمة خاصة بنسبة الرطوبة وسرعة الرياح تستخرج من جداول خاصة ويمكن حسابها بمعادلة أخرى هي :

$$Ea(mm) = 0,35\ (1+0,01u)\ (Ew-ed)$$

حيث أن u : سرعة الرياح بالميل في اليوم .

Ew : ضغط بخار الماء بالملمتر.

Ed : ضغط بخار الماء عند نقطة الندى بالملمتر.

$\propto$: الثابت البسيكرومتري (معامل تصحيح خاص بأجهزة قياس الرطوبة الجوية).

ولتطبيق هذه المعادلة يجب توفر معطيات خاصة بالعديد من العناصر المناخية اضافة الى أنها تستوجب اجراء حسابات مجهدة وطويلة . وهي تعطي نتائج مقبولة في المناطق الرطبة فقط .

4-4-1) طريقة تورك (Turk)1961 : درس تورك ظاهرة التبخر في 254 حوض تجميعي عبر العالم ، ونظرا لكونه عالم نبات فقد أدخل في حساب الموازنة المائية عدة عناصر فاستعمل الاشعاع الشمسي و الأمطار ، مخزون التربة من المياه وصاغ معادلة على النحو التالي : $ETPmm = 0,40\ t(Ig+50)/(t+15)$

حيث : ETP : التبخر النتح الممكن Evapotranspiration potential .

t : المتوسط الحراري الشهري بالمئوي .

Ig : محصلة الاشعاع الشمسي بالحريرة/سم2 Indice de radiation glogale .

0,40 : 0,013 X عدد أيام الشهر .

50 : الحد بين الهواء الرطب والهواء الجاف .

وتعد هذه الطريقة من أوثق الطرق التي جربت ، وقد أعطت نتائج مقبولة على المستوى العالمي غير أن المعطيات التي تستخدمها نادرا مانتوفر.

- نستخلص مماسبق أن الطرق الأربعة صعبة التطبيق لسببين : استعمالها لمعطيات قلما نتوفر ، انها ذات طابع محلي ما عدا معادلة تورك .

5-4-1) طرق تستعمل عنصرين فقط ، غالبا ما تعتمد على الحرارة والأمطار لكونهما أهم العوامل المناخية من جهة وللتوفر النسبي للمعطيات الخاصة بهما من جهة أخرى ، ومنها:

1-5-4-1) معامل الجفاف لديمارطون : Demartonne 1925 للتفريق بين الأشهر الجافة والأشهر الرطبة ، استعمل ديمارطون معادلة بسيطة تستخدم كمية المطر ودرجة الحرارة كمايلي : $I=P/(T+10)$ كما لاحظناه من قبل كمؤشر جفاف :

I : معامل ديمارطون السنوي ، P:كمية الأمطار السنوية (ملم) ، T: المتوسط الحراري السنوي بالمئوي .

وعلى المستوى الشهري اقترح معادلة أخرى وهي : $i = 12\ P/(T-10)$ حيث :

i : المعامل الشهري لديمارطون ، P : كمية الأمطار الشهرية بالملم .

1-5) تقدير التبخر النتح الفعلي أو الحقيقي: ETR وفق طريقة ثورنثويث : يمكن لفقدان الماء أن يبلغ مستوى يعادل التبخر - النتح الممكن أوالكامن اذا كان مخزون التربة من الماء السهل الاستعمال RFU أكبر او يعادل التبخر - النتح الممكن ، واذا كان مخزون التربة اقل من مقدار التبخر النتح الممكن فان عملية التبخر تقتصر على كمية أقل من الماء وهذه الكمية هي مانطلق عليه التبخر النتح الفعلي او الحقيقيETR . ووفقا لطريقة تورانتويت ولتحديد الحصيلة أو الموازنة المائية الشهرية نستعمل التبخر - النتح الفعلي والتبخر- النتح الممكن على أساس علاقة كمية التساقط بكمية التبخر - النتح الممكن وفق الحالات التالية :

أولا : $P > ETP \rightarrow ETR = ETP$ وبالتالي يوجد لدينا فائض مائي .

ثانيا : $P < ETP \rightarrow ETR = P + RFU.$ (P + toute ou une partie de la RFU)

فاذا كانت $RFU=0 \rightarrow ETR = P$ وبالتالي لايوجد فائض مائي .

1-6)حساب مخزون التربة المائي سهل الاستعمال أو المخزون المائي الفعال Réserve facilement utilisable (RFU) : ويمثل كمية الماء المخزنة في التربة دون درجة التشبع وترتبط بعوامل منها طبيعة وتركيب التربة وسمك الطبقة السطحية منها ، وعمق مستوى المياه في السماط المائي ، ومناخ المنطقة ، ونوع الغطاء النباتي والمخزون المائي معطى وفقا للعلاقة التالية : $RFU = 1/3(Da*He*P)$ حيث Da : الكثافة الظاهرية للتربة (densité apparent du sol) التي في مدينة تبسة بالهضاب العليا الشرقية الجزائرية بالنسبة لسهل المرجة قرب المدينة الكثافة الظاهرية للتربة تساوي 1,4 ، He : تمثل القدرة على الاحتفاظ Capacité de rétention وتساوي 0.25 أو 25 % ، P : عمق التربة الذي تتغلغل فيه جذور النباتات (0,25 متر) ، وبعد الحساب نجد أن مخزون التربة المائي سهل الاستعمال أو المخزون الفعال RFU يساوي 0,029متر أو مايعادل 29 ملم كحد أقصى يمكن للتربة تخزينه قبل بلوغ درجة التشبع .

توزيع التساقطات : تتوزع التساقطات (les précipitations : P) الى : **السيلان السطحي للمياه** أو الجريان السطحي حسب الانحدار و تأثير الجاذبية (Le ruissellement : R) ،**التسربات الباطنية** التي تسمح بتغذية الجيوب أو الأسمطة المائية (L'infiltration : I) ، **التبخر النتح الفعلي أو الحقيقي** (ETR) حيث تربطها العلاقة : $P=R+I+ETR$ ومنه فان $I=P-(R+ETR)$ حيث : $R=P^3/3(ETP)^2$ ، (Le ruissellement (R) peut être calculé par la formule indiquée d'après (tixeront berkallof). التساقط والسيلان السطحي والتبخر النتح الكامن كمتوسطات سنوية وباعتماد الأرقام الخاصة بمحطة تبسة (P=370,03mm) ، **(ETP=849,80)** نجد أن معامل السيلان السطحي (R= 23,35mm) . أي مايمثل 6,31 % من اجمالي كمية التساقط السنوي (P) ، أما انتقال المياه من السطح الى باطن التربة والذي من شأنه تغذية الأسمطة أو الجيوب المائية الباطنية فيمثل التسرب الباطني ويحسب من العلاقة السابقة الممثلة للموازنة المائية $I=P-(R+ETR)$ ، بالنسبة لمنطقة الدراسة والحوض التجميعي لمدينة تبسة نجد **(I = 8,29 mm)** ، والجدول (07) يوضح لنا مختلف عناصر الموازنة المائية لمحطة تبسة وفق طريقة تورانتويت.

جدول رقم (07) : الموازنة أوالحصيلة المائية بطريقة تورانتويت لمحطة تبسة :

الشهر/ المعامل	ج	ف	م	أ	ما	جو	ج	أو	س	أك	ن	د	المجموع
T °c	6,4	7,65	10,13	13,17	18,44	23,29	26,44	25,71	21,47	17,01	11	7,74	
K	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85	
i	1,45	1,90	2,91	4,33	7,21	10,27	12,45	11,93	9,08	6,38	3,30	1,94	**73,17**
I	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	73,17	
a	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	
P (mm)	26,68	24,78	37,81	35,33	38,86	26,39	12,38	29,29	40,37	30,47	33,3	34,37	**370,03**
ETP (mm)	12,79	17,24	27,55	42,72	74,96	110,72	136,86	130,60	96,65	65,50	31,62	17,58	
ETPc (mm)	11,13	14,65	28,38	46,56	90,70	133,97	168,33	151,50	99,55	63,53	27,19	14,94	**850,43**
P-ETPc (mm)	15,55	10,13	9,43	-11,23	-51,84	-107,58	-155,95	-122,21	-59,18	-33,06	6,11	19,43	-480,40
RFU (mm)	29,00	29,00	29,00	17,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,11	25,54	136,41
ETR (mm)	11,13	14,65	28,38	46,56	56,63	26,39	12,38	29,29	40,37	30,47	27,19	14,94	**338,38**
EX (mm)	12,09	10,13	9,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	**31,65**
Da (mm)	0	0	0	0	34,07	107,58	155,95	122,21	59,18	33,06	0	0	**512,05**

المصدر : انجاز الباحث بناء على معطيات محطة الرصد الجوي تبسة (1972-2008).

7-1) تحليل جدول الموازنة المائية (محطة تبسة): من الجدول أعلاه نلاحظ أن محطة تبسة كجزء من الحوض التجميعي لوادي الكبير ووادي شابرو الذي تبلغ مساحته قرابة 500 كلم^2 ويمتدمن جبل جبيسة وجبل بورمان شرقا الى هضبة تازبنت غربا ومن جبل قنيفدة شمالا الى جبال تالة وجوة والدوكان جنوبا يتوسطه سهل المرجة ، هذا الحوض التجميعي الذي يتلقى مقدار 370,03 ملم سنويا من الأمطار يعاني وتعاني معه المدينة من عجز مائي فلاحي يقدر بـ 512,50 ملم يتوزع هذا العجز على الفترة الممتدة من ماي الى غاية أكتوبر أي على ستة أشهر في السنة وهي بحاجة لعملية ري ، أما الفائض الفلاحي فيقتصر على تلاثة أشهر وهي جانفي - فيفري - مارس ويقدر بحوالي 31,65 ملم ، كما أن المخزون الفعال للتربة (RFU) لايتجاوز 136,41 ملم وتتوزع على الأشهر بين نوفمبر وأفريل .

من دراسة جدول الموازنة المائية بطريقة تورانتويت يتبين لنا ان الخصائص المناخية لمدينة تبسة تكتسي أهمية بالغة وخطيرة في أن واحد وتدفع الى الأخذ بنتائج دراستها اذا ما أريد للتنمية المستدامة أن تخطو خطوات بها وبالمنطقة بصفة عامة ، فالمدينة عرضة لجملة من الأخطار الطبيعية ويبدو أن الوعي بها وبالتغيرات المناخية لايزال أمرا مجهولا عند غالبية المواطنين، من غير النخبة والمختصّين، رغم أن هذه الأغلبية هي أكثر المعنيين بهذه الأخطار وأول ضحاياها، وهي أيضا تمثّل النواة الأولى للوقاية من الأخطار الطبيعية والحدّ من تداعياتها الكارثية وبهذا الخصوص ينبغي اتخاذ اجراءات مستقبلا تبعا لاستراتيجية دقيقة من شأنها تحقيق أهداف التنمية المستدامة الشاملة وخاصة البعد البيئي منها لتعم جوانبها مجتمع المدينة والمنطقة عامة ، تشمل هذه الاجراءات : رفع كفاءة استخدام وحماية هذا المورد الحيوي الثمين ، ابتداء برسكلة المياه المستعملة ومن ثمة حماية المياه الجوفية من التناقص والتلوث في أن واحد والعمل على تغذية وتعبئة الأسمطة المائية عن طريق الأبار أو عن طريق أحواض تغذية تنشأ لهذا الغرض على مستوى سهل المرجة .

المحور الخامس: الجغرافيا الحيوية La biogéographie

1) الجغرافيا الحيوية: La biogéographie

تمهيد : يمتد المجال الهوائي على مسافة تزيد عن 2000م وتعيش ضمن هذا الارتفاع اغلب الكائنات الحية الهوائية ووجد ان بعضها يعيش على ارتفاع 12 كم ، ويعتبر الغلاف المائي (hydrosphère) من أغنى المجالات من حيث عدد الأحياء التي تعيش فيه : من بين 250 نجد 225 تعيش في المياه ، أي قرابة 90 % ويعزى ذلك حسب أراء العلماء إلى أن المياه من أفضل الأوساط ملاءة للحياة ، ويعود هذا للكثافة النوعية للماء التي تعادل الكثافة النوعية لدم الحيوانات المائية ، في حين نجد 10 % من الكائنات الحية تدخل ضمن الغلاف الصخري والهوائي ، ورغم ضخامة الغلاف المائي الحيوي إلا أن المعلومات المتعلقة به لاتزال بعد محدودة . وان كانت معلوماتنا عن الغلاف الصخري جيدة حيث وجد أن هناك مايزيد عن 160000 نوع من النباتات بالغلاف الصخري .

1-1) تعريف الجغرافيا الحيوية:

تعريف بيار دانصرو : pierre danssereau يعرف الجغرافيا الحيوية على أنها دراسة لأصل وتوزيع العشائر النباتية وتأقلمها مع بيئتها .

باري كوكس : Bary cox : يعرفها بأنها دراسة اصل الكائنات الحية وتوزيعها وتأقلمها على المستوى المكاني والزماني في بيئة ما .

ديمارطون : Demartonne : إنها دراسة لتوزيع الكائنات الحية على سطح الأرض وتعليل هذا التوزيع .

ونشير إلى تعريف بعض المصطلحات المرتبطة بكلمة : Biogéographie وهي : Bio : الحياة ، Géo : الأرض ، Graphie : وصف، ومن هذه المصطلحات والتعريفات السابقة نجد أن هدف الجغرافيا الحيوية هو دراسة توزيع الكائنات الحية على سطح الأرض وإبراز أسباب هذا التوزيع . ونظرا لسعة تنوع الظواهر التي تتعرض لها فان هذا العلم يعتمد على علوم أخرى مثل علم النباتات والحيوانات والتربة والمناخ فهي بهذا تكون خلاصة علوم تلخص أسس توزيع الكائنات الحية . وتتضمن الجغرافيا الحيوية أيضا :

أ) علم البيئة Ecologie التي تعني علم الموطن ، وقد استعملت كلمة Ecologie في التلاتينات من طرف بيولوجي ألماني (ارنست) واستعملت في أغراض شتى الايكولوجيا الطبيعية ، الايكولوجيا البشرية.

واستعيض عن كلمة ايكولوجيا بـ **Ecosystème المساكنة الحيوية** (نظم ايكولوجية) وتشمل : 1) **عناصر غير حية** : الماء ، الغازات (N_2 ، CO_2) ومختلف المعادن . 2) **المنتجون:** Producteurs النباتات الخضراء تستعمل الطاقة الضوئية لإنتاج المادة الحية 3) **المستهلكون : Consommateurs** : ويشملون مستهلكون من الدرجة الأولى (حيوانات أكلة للأعشاب أي تتغذى على الأعشاب)، مستهلكون من الدرجة الثانية تتغذى على الحيوانات العشبية

(أكلات اللحوم) ، مستهلكون من الدرجة الثالثة تتغذى على أكلات اللحوم (حيوانات مفترسة) 3) **محللون : Décompositeurs** متمثلون في الطفيليات والبكتريا ، والفطريات ،تحلل المواد العضوية وتساعد في عودتها لأصلها المعدني ، وهذا ما يؤلف **الهرم الايكولوجي ,**

ب) دراسة التوزيع الجغرافي للنباتات وكيفية نشرها وتصنيفها : وهذا الجانب من الاختصاص يحتوي على دراسة العوامل الداخلية في الجغرافيا الحيوية : Les facteurs internes مثل القدرة على نشر البذور والمدى البيئي أو السعة الايكولوجية وإمكانيات التطور Chorologie .

ج) دراسة المجموعات النباتية والحيوانية Biocénologie

2-1) المواطن الجغرافية للنباتات وتوزيعها: مواطن توزيع النباتات شديدة التنوع تحث تأثير :

ـ عوامل داخلية مرتبطة بالكائن الحي نفسه (كفاءة الانتشار ، السعة الايكولوجية) ,

ـ عوامل خارجية : سلاسل جبلية ، محيطات ، وأودية (عوائق) مناخ (حرارة ورطوبة متطرفتين) ، التربة الرديئة كعائق .

ـ العامل الحيوي(الطفيليات ،التنافس على الضوء الماء ،الغذاء ،أو تدخل الإنسان وبالتالي تقليص أو توسيع الموطن) .

المواطن المميزة للنباتات يدرسها علم الموطن وهو بذلك يسعى لضبط التوزيع الجغرافي للأنواع أو بقية الوحدات التصنيفية مثل الأجناس أو العائلات أو الرتب....الخ سواء تعلق الأمر بالحيوانات أو النباتات ومن هذه المواطن أو المجالات نجد:

1-2-1) المواطن العالمية Cosmopolite : وتضم النباتات التي تنتشر في مختلف أنحاء العالم وهي نادرة أو قليلة على مستوى النوع (من بين 160000 نوع نجد 25 نوعا فقط تمتد على ما مساحته 50 % من مساحة سطح الأرض). ونجد ضمن هذه الأنواع خاصة النباتات الدنيا مثل الطحالب والأشنيات Algue ، وكذلك النباتات المائية مثل عدس الماء والنباتات الرمية (تعيش على بقايا عضوية) والسراخس التي تنموا فوق ترب حامضية والحزازات ، وكذلك الحيوانات والنباتات المرتبطة بالإنسان (التي تتبع الإنسان) كحشائش رديئة في الزراعة .

2-2-1) المواطن المحيطية : المحيطة بالأرض : مثل نطاق النخيل (العائلة النخيلية) مابين المدارين أي بالمنطقة الحارة ، نبات عنب الذئب بالمناطق المعتدلة ، موطن البطريق وعجل البحر بالدائرة القطبية .

3-2-1) المواطن الإقليمية: يقصد بالموطن الإقليمي ذلك الموطن المحصور في منطقة معينة محدودة وتختلف هذه المنطقة اتساعا باختلاف المعيار التصنيفي المأخوذ في عين الاعتبار. فيكون واسعا إذا أخذنا معيار العائلة ويكون محدودا لايتعدى جزيرة أو منطقة جبلية إذا أخذنا معيار النوع أو الفصيلة وتنتشر مثل هذه المواطن بصفة عامة في المناطق الجبلية والصحاري والجزر معزولة عن بقية المناطق المحيطة بها أن عوامل الفصل هذه ساعدت على تطور مغلق للصنف وظهور أصناف جديدة . في الماضي ساعد على ذلك ظروف الجفاف ، والتجمدات ، الانسحاب البحري ، وظهور الجبال والجزر وهو مايفسر كثرة المواطن المحلية بها (olea la perinie) نوع من الزيتون موجود بجبال الهوقار فقط .

4-2-1) المواطن المتقطعة : مواطن منفصلة إلى عنصرين أو أكثر ، ومفهوم التقطع نسبي لأنه لايوجد مجال متصل حقيقة ، لهذا فالموطن المتقطع يظهر كمساحة مشكلة من عناصر منفصلة بمسافات كبيرة .تجعل من الصعب على النوع النباتي أن يقطعها بوسائله الانتشارية الخاصة . مثل أشجار البتولا Bétula من العائلة البتولية Bétulacées .

5-2-1) المواطن الاستيعاضية :

تطلق على الأصناف الحيوية التي تعود إلى أصل واحد وبسبب تجزئة الموطن الأول أصبحت تحتل أقاليم مختلفة مما يؤدي لظهور نوعين متشابهين(تغير في بعض صفاته في منطقتين مختلفتين مثال الدلب الأمريكي نوعان ينتميان إلى أصل واحد موطنه كان متصلا تم انفصل عندما تشكل المحيط الأطلسي في عصر الاليغوسين).

2) العوامل المؤثرة في توزيع الكائنات الحية

1-2) العوامل الداخلية : **Les facteurs internes** وتشمل عوامل ترتبط بالكائن الحي نفسه ومنها

أ) الكفاءة الانتشارية : capacité de dissémination : انتشار النوع النباتي أو الحيواني مرتبط **بقدرته على التكاثر وقدرته على الانتشار** وهذه الأخيرة مرتبطة مثلا بانتشار وانتقال البذور النباتية لمسافات بعيدة ، والقدرة على التكاثر والقدرة على الانتشار يختلفان كثيرا لدى المملكتين النباتية والحيوانية ، فبالنسبة للتكاثر بعض الحيوانات (أسماك الرنكة) لها القدرة على إنتاج ملايين البيوض سنويا بينما بعض الثدييات مثل البالين والقردة لاتعطي سوى مولودا واحدا سنويا وكذلك الحال بالنسبة للنباتات (بعضها ينتج ألاف البذور سنويا كما هو الحال عند بعض السحلبيات) لكن العلاقة بين هذه الأرقام وقدرة الكائن الحي على الانتشار في الوسط الحيوي ليست بهذه البساطة ، فهناك الكثير من البذور والبويضات تضيع دون أن تشارك في التكاثر(**الخصوبة لاتعد معيارا للدلالة على كثرة النوع**)

وبخصوص **القدرة على الانتشار** فقد تتم عن طريق الكائن الحي ذاته أو عن طريق عامل أخر فالطريقة الأولى **مباشرة** ، والثانية **غير مباشرة** عن طريق الرياح أو المياه أو الحيوانات ذاتها (يطلق عليها أيضا بالعوامل البيئية أو الايكولوجية).

نقل هوائي : الرياح تنشر: البذور وخاصة المجنحة منها ، وكذلك غبار الطلع ، الأفراد الحيوية الصغيرة من حشرات وعناكب وبكتريا وكذا الألقيات .

نقل مائي : بعملية السحب أو الجر أو بطفو (البلانكتون والجزيئات المائية...)

نقل حيواني : نقل البذور من طرف الطيور لمسافات بعيدة ، والحيوانات الفرائية كالأرانب، أو حيوانات صوفية كالأغنام التي تنقل البذور ذات الخطاطيف ، أو النباتات اللاصقة .

نقل بشري : عملية النشر من طرف الإنسان بطريقة إرادية أو غير إرادية للنباتات أو الحيوانات (كما هو الحال في النباتات الزراعية ، أو الحشائش والحيوانات المستأنسة والطفيليات والقوارض الخ) والأنواع العفوية قد تنتشر أكثر في موطنها الجديد وقد تبقى محلية تبعا لمدى توفر الظروف البيئية لديها .

ب) السعة الايكولوجية : إذا كانت النبتة من الأنواع التي تتحمل الفوارق الطبيعية الكبيرة من حرارة وتربة فانه يكون بإمكانها غزو المساحة الكبيرة المتنوعة ايكولوجيا ، في هذه الحالة الموطن الايكولوجي الجديد يفرض ظاهرة التأقلم (تحور الأوراق والطول .....) لأفراد النوع الواحد حسب مكان نموه (السهل ، المرتفع ، في الظل ، في الضوء) ... **مطاوعة ايكولوجية للنوع على المستوى المورفولوجي وليس الوراثي للنبات** .

ج) **إمكانيات التطور : pouvoir de reproduction** إن كفاءة الصنف على غزو أنماط جديدة للوسط الطبيعي عرضة للتطور المستمر نتيجة التغير الوراثي في الصفات الوراثية (طفرة) وكذلك عمليات التهجين ، مما يؤدي بالوسط الطبيعي لانتقاء الأنواع الأكثر تلاؤما والإزالة التدريجية للأقل تلاؤما (**التغير الوراثي والانتقاء الطبيعي**) قد تؤدي إلى ظهور أنماط داخل النوع الواحد قليلة أو كثيرة الاختلاف تنتشر في بيئات مختلفة .

2-2) العوامل الخارجية : les facteurs externes ومنها عوامل متعلقة بالتربة facteurs édaphiques، عوامل مرتبطة بالمناخ facteurs climatiquesعوامل مرتبطة بالطبوغرافيا (الجغرافيا) facteurs topographiques وتتمثل العوامل الطبوغرافية (الجغرافية) في السلاسل الجبلية والمحيطات والأودية ، والعوامل المناخية في الحرارة والرطوبة المتطرفين .أما العوامل المتعلقة بالتربة (**الايدافية**) فتتمثل في وجود تربة رديئة للغاية لاتساعد على النمو والتكاثر الحيوي نطلق عليها أيضا **بالعوامل البيئية أو الايكولوجية Les facteurs écologiques** ونسمي العامل البيئي أي عنصر من عناصر البيئة يمكن أن يؤثر مباشرة على الكائنات الحية وهذا على الأقل خلال مرحلة من دورة تطور هذه الكائنات الحية ، كل كائن حي يخضع في البيئة التي يعيش فيها لتأثير العديد من العوامل البيئية التي تسمى أيضًا العوامل أو المتغيرات البيئية : مثل المطر ودرجة الحرارة والضوء التي تعد جزءًا من العوامل المناخية ؛ والعوامل المتعلقة بالتربة edaphic الكيميائية في الطبيعة مثل الرقم الهيدروجيني ، تركيز الحديد (Fe) في النيتروجين (N) ، والطبيعة الفيزيائية مثل نفاذية عمق التربة الخ فالايكولوجيا تهدف لاستظهار علاقات الكائن الحي بالوسط حيث يعيش .

3-2) عوامل متصلة بالأحياء: les facteurs biotiques : كظهور بعض الطفيليات أو العضاءات القانصات أو ظاهرة التنافس على المياه أو الضوء أو المواد الغذائية أو تدخل الإنسان وهذا الأخير قد يؤذي إلى توسيع الموطن أو تقليصه أو ربما انقراض النوع كإبادة الأنواع الضارة بالزراعة.

إن هذه العوامل إذا لم تكن مناسبة تحول دون انتشار النوع النباتي انتشارا كبيرا على مواطن أقل من تلك التي تسمح بها قدرته على الانتشار وسعته الايكولوجية سنعود لها لاحقا لتبيان العلاقة بين الكائنات الحية وأثرها في توزيع النباتات .

ملاحظة : العوامل الخارجية الحالية وغيرها من العوامل لايمكنها تفسير توزيع الأنواع النباتية عبر المواطن الجغرافية لوحدها بل يجب أن نأخذ في عين الاعتبار العوامل **الباليوجغرافية** (عوامل ماضية مرتبطة بطغيان وانحسار البحار والمحيطات ، انفصال القارات والانكسارات ، وظهور السلاسل الجبلية ، والتغيرات المناخية عبر العصور الجيولوجية ، والمعروف أن الزمن الرابع أخر الأزمنة الجيولوجية مر بفترات جليدية وأخرى دافئة مابين جليدية كان لها الأثر الكبير على تغيرات المواطن الجغرافية الحيوية وخصوصا هجراتها من الشمال إلى الجنوب).

3) علاقة النباتات بـ (الضوء + الحرارة)

1-3) الضوء : متطلبات الضوء عند النبات تختلف حسب الأنواع ، ومراحل نمو النبات وعمر النبات .

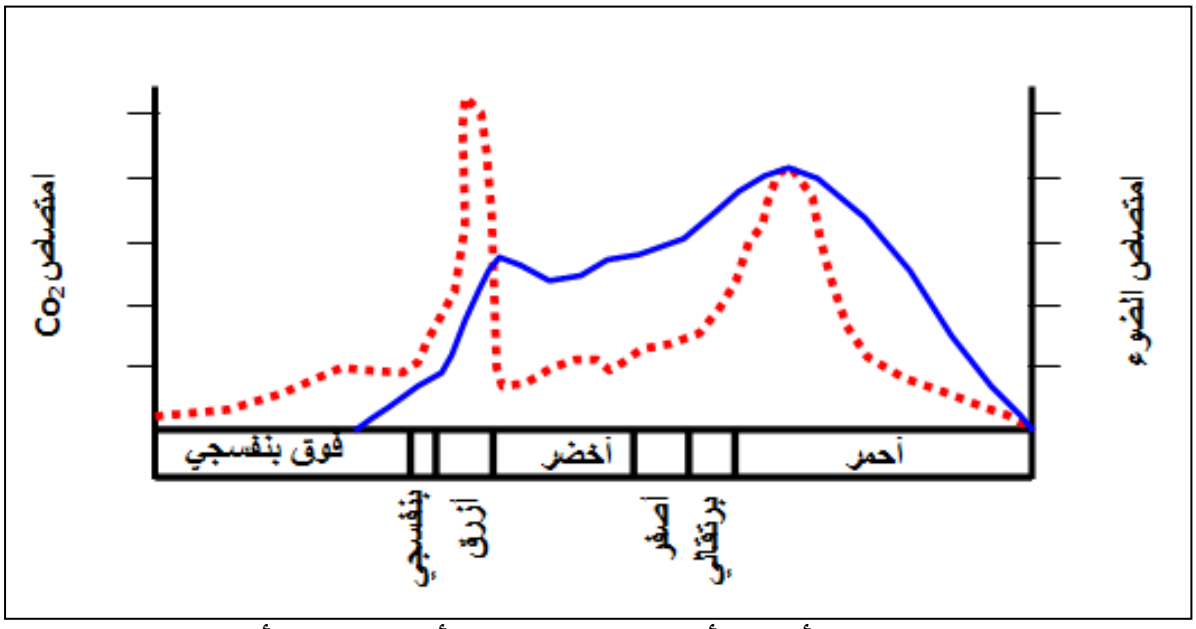
الكائنات **غير ذاتية التغذية** : Heterothrophiques وتشمل (النباتات عديمة اليخضور مثل الفطريات ، البكتريا ، الحيوانات والإنسان) وتعتمد على غيرها .

الكائنات **ذاتية التغذية** : النباتات الخضراء تصنع غذاءها بنفسها اعتبارا من عناصر معدنية خارجية وتحولها الى أغذية بواسطة الكلوروفيل (من التربة يحصل على الماء والأملاح المعدنية ، وبواسطة الكلوروفيل يمتص الضوء : طاقة ضوئية ، تحولها إلى طاقة كيماوية يستعملها في الصناعة ويحصل على CO2 من الجو)

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{اليخضور}]{\text{الضوء}} C_6H_{12}O_6 + \underset{674\ Kcal}{\Delta}$$

ثاني أكسيد الكربون: دلت التجارب على أنه بزيادة تركيز CO_2 في النبات يزداد إنتاجه ، مصدر غاز الفحم هو الهواء الجوي وكذلك المسطحات المائية ، ويقل في المرتفعات ، ويزداد في المنخفضات لان كثافته مرتفعة .

- **الضوء** : أشعة الشمس تصلنا في شكل طاقة ضوئية (40 %) ، وطاقة حرارية ماتحت الحمراء(60 %) كما أن الطاقة الضوئية لاتصلنا جميعا لوجود عوائق (الغلاف الغازي ، السحب ، الغبار .. فهي تعكس قرابة 20 % من الطاقة



الضوئية وتتسرب 10% منها خلال أوراق الأشجار والنباتات الخضراء وأغصانها وهذه الأخيرة (10 %) تتحول منها 20% إلى حرارة منتشرة ، 48% تمتصها النباتات في شكل حرارة تساعد في عملية التنفس، **2% فقط تتحول إلى طاقة تستغل بعملية التركيب الضوئي .**

نلاحظ من الشكل أن هناك قمتين بالنسبة لامتصاص غاز CO_2، وامتصاص الضوء وذلك في الأزرق والأحمر. النباتات تمتص أعلى الأشعة الضوئية الأزرق، الأحمر، البرتقالي. في المياه على عمق 18متر تتوقف نصف الألوان السبعة وعلى عمق 50متر تقريبا تأخذ النباتات في الاختفاء بسبب الظلام ولا يعيش في الأعماق إلا بعض النباتات التي تعرف بالنباتات الألقية التي توجد تحت عمق 200 متر كما تلعب السطوح الجليدية كعامل معرقل لوصول الأشعة إلى النباتات حيث في

منطقة مغطاة بالجليد على عمق 40 سم لاتوجد أشعة ، والأوراق في النبات ذاته قد تحجب الضوء عن أخرى . بناء على حاجة النبات للضوء تقسم النباتات إلى : النباتات الظلية : sciaphyles لاتحتاج كثيرا الى الضوء مثل الزان والتنوب : (le sapin et le hêtre).

النباتات الضوئية : héliophiles لايمكنها أن تحتمل الظل مثل أشجار البلوط والصنوبر (les chênes et les pins).

النباتات التي تنتشر في وسط الغابة تعتبر نباتات ظلية ويتوقف ازهرارها على درجة الاضاءة ، يمكن التفريق بين الأوراق الظلية منها والضوئية من خلال كبر سطح الورقة السفلية مقارنة بالعلوية ،الأوراق الظلية أكثر اخضرارا من الأوراق الضوئية ، ولهذا نجد حدين ضوئيين للنبات أدنى وأعلى وهناك الحد الأمثل وهناك نقطة التعارض الضوئي .

الحد الأعلى
الحد الأمثل ← **نقطة التعارض الضوئي** zéro spécifique (يتساوى فيها **طرح الأوكسجين** وامتصاص **ثاني أكسيد الكربون**)
الحد الأدنى

الشدة الضوئية : تقاس باللوكس Lux ويلاحظ أن النباتات الظلية تستطيع التمثيل تحث ضوء شدته 200 Lux بينما أوراق الضوء لايكنها التمثيل إلا إذا زادت الشدة عن Lux700 وقد تصل شدة الضوء في المناطق الصحراوية إلى 80000 Lux ولهذا السبب تقل النباتات الصحراوية كثيرا وعموما فان الأوراق الظلية تتوقف عن التمثيل الضوئي إذا زادت الشدة عن 20000 Lux والضوئية تتوقف اذا زادت عن 60000 Lux .النباتات تتأثر بالشدة الضوئية خاصة في المناطق الصحراوية ذات السماء الصافية .

كما تتأثر النباتات بالمدة الضوئية وهي مرتبطة بميل أشعة الشمس عن الأرض فالمناطق المدارية تتلقى مدة ضوئية أكبر من غيرها وتقسم النباتات تبعا لذلك إلى ثلاث أصناف رئيسية:

القسم الأول : نباتات النهار الطويل Hemiroperiodique وهي نباتات لاتثمر ولا تزهر إلا إذا زامت ساعات النهار عن 12ساعة ومن أهمها النخيل تنحصر بين مداري الجدي والسرطان .

القسم الثاني: نباتات النهار القصير: Nytopériodiqueوهي مجموع النباتات التي تنمو خارج 40°شمالا وجنوبا ولا تزهر إلا إذا قلت المدة الضوئية عن 12ساعة.

القسم الثالث: نباتات النهار المعتدل: ((photopériodique وتنحصر بين مدار السرطان وخط العرض 40°وهي تقع بين النوعين السابقين ولا تتأثر كثيرا بالمدة الضوئية.

3- 2) الحرارة : لها تأثير في توزيع الغطاءات النباتية وكثير من العلماء يعطي الدور الأساسي للحرارة في توزيع الكائنات الحية الحيوانية والنباتية وهذا ماحدى بالعالم السويسري **دي كاندول** إلى توزيع النباتات في العالم على أساس حراري على الصورة التالية:

أ) نباتات تتطلب حرارة تزيد باستمرار عن 20°م mégatherme .

ب) نباتات تتلاءم ودرجة حرارة 15°م mesotherme .

ج) نباتات لاتنموا إلا إذا زادت درجة الحرارة عن الصفر المئوي : Microtherme .

د) نباتات تنموا في درجات حرارة دون الصفر hikistoderme تحتاج النبتة إلى كمية معينة من الحرارة من انفلاق البذرة إلى حتى النضج وتحسب هذه الكمية بجمع معدلات الحرارة الحيوية للأيام الانباتية فيما بين انفلاق البذرة ونضج الثمار ومثال على ذلك القمح الذي يجب أن يمتص 2400° الذرى : 2500° الثمر :5100°.

وتتحكم بصورة أساسية في نمو النبات درجة الحرارة الأنسب والحدان الأدنى والأعلى.

درجة الحرارة الأنسب : Température optimale وهي درجة الحرارة التي تتلاءم وأقصى سرعة نمو في فترة معينة من النمو وتتراوح بين الحدين الأدنى والأعلى وتختلف في النبات الواحد من مرحلة نمو إلى أخرى ومن اقليم لأخر فنباتات الأقاليم المعتدلة الباردة تبلغ أقصى سرعة نمو النبات عند 15درجة مئوية ن وأن نباتات الأقاليم شبه المدارية تتطلب حرارة أنسب تدور حول 30°م أما نباتات الأقاليم الاستوائية فتتطلب حرارة انسب أعلى من ذلك ، في حين أن نباتات الأقاليم الباردة القطبية مثل الطحالب Mousses والأشنيات والتندرا والتايجا درجة حرارتها الأنسب تدور حول 7°م .

الحد الأدنى والأعلى : صفر النمو : Zéro spécifique يختلف من نبات لأخر ومن مرحلة نمو لأخرى وعلى سبيل المثال صفر النمو للقمح هو 1°م وصفر النمو للشعير هو 5°م وصفر النمو للفاصوليا هو 6°م والذرى : 13°م استمرار صفر النمو يقتل النبات. كذلك للنبات حد أعلى لايمكن تجاوزه ولايمكن للنبات أن يتحمل هذا التغبير انظر الجدول :

النبات	الحد الدنى	الحد الأعلى
القمح	1°م	42°م
الصنوبر	4°م	33°م
الحمص	2°م	44°م
اشنيات تلجية	-34°م	4°م
أشنيات الينابيع	7°م	13°م
أشنيات الينابيع الحارة	7°م	93°م

3-3) الحرارة والمظاهر المورفولوجية للنبات :

العالم الدانماركي RANKIAER : قام بتصنيف النباتات في العالم حسب مظهرها المورفولوجي لعدة أقسام :

3-3-1)المرئيات : Phanerophytes وهي النباتات التي لايتظاءل حجمها في الفصل القاسي بحيث تفقد أوراقها في أغلب الحالات مثل الأشجار والشجيرات ، وبعض الحشائش والنباتات العصارية .

3-3-2) الأرضيات : Chamiphytes وهي مجموع النباتات التي تحتفظ ببعض براعمها على ارتفاع 35- 40 سم فوق مستوى سطح الأرض وتمثل مثل هذه الأنواع في بعض الشجيرات والأشجار المتخشبة (شجيرات قزمية) وتنتشربشكل واسع في العروض الباردة والجبال المرتفعة والصحاري وتشمل النباتات الوسائدية مثل العليق الأرضي Rance .

3-3-3) النصفيات : Hémiptophytes وهي نباتات عشبية معمرة تفقد معظم أجزاءها الهوائية في فصل الشتاء (الفصل القاسي)فتبدو على السطح كمجرد بقايا وردية كالأقحوان والنرجس والخنشار والسرخس

4-3-3) الخفيات أو المستتيرات: Cryptophytes وهي مجموع النباتات التي تختفي كلية من سطح الأرض وتحتفظ بأبصالها الموجودة تحت سطح الأرض في شكل حي إلى حين قدوم الظروف الطبيعية المواتية لتعود إلى نشاطها مثل البصل والعنصل والبطاطا ونبات بخور مريم .

5-3-3) البدريات : Thérophytes وهي نباتات حولية تحتفظ بحيويتها ونشاطها في شكل بذور وهذه البذور تعيد دورة حياتهاعند ملاءمة الظروف ومنها القمح والفول والحمص .

6-3-3) النباتات الملازمة : Epiphytes وهي تلك النباتات الملازمة لغيرها أي التي لاتظهر لوحدها بل تتعايش مع غيرها كالعلفيات والسراخس والأشنيات والطحالب .

04) تأثير (المياه والتساقط + الرياح) في النباتات

1-4) المياه والتساقط :يبرز الدور والاهمية التي تكتسيها مياه التساقط من خلال مايلي :

- تشكل المياه في الحشائش مابين 70 الى 90 % من وزن النبات ، أما في الأشجار فتمتل من 40 الى 60 % .

- تلعب المياه دورا هاما وحيويا بالنسبة للنبات فهي تؤدي دور الموصل للعناصر الممتصة من التربة على مستوى الجذور الى الأوراق .

- المياه مسؤولة عن توصيل المواد العضوية الغذائية التي تم تحضيرها على مستوى الأوراق ، وتوزيعها لمختلف أجزاء النبات .

- تعمل المياه على تلطيف درجة حرارة النبات بعملية النتح .

- تنتقل المياه الى الخلية على مستوى الجذر (الوبرة الماصة) عن طريق ظاهرة الضغط الحلولي أو الأسموز ،كما ينتقل الماء وفق الظاهرة نفسها من خلية الى خلية مجاورة في أوعية الخشب ، كما تساعد خاصية الانتشار بين الأوساط الأكثر تركيزا والأقل تركيزا انتقال الماء بالنسبة للنبات من التربة الى النبات ومن خلية الى خلية أخرى بأوعية الخشب .

يختلف الضغط الاسموزي بين النباتات (من النباتات العشبية الى الشجيرات والأشجار) ، فالنباتات العشبية الحولية والمعمرة يتراوح ضغطها الأسموزي بين 11 و16 ضغط جوي ، الأشجار والشجيرات يتراوح فيها الضغط الاسموزي بين 25 ، 45 ضغط جوي .

- **التساقط :** مصدر المياه التي يحصل عليها النبات هو التساقط بأشكاله المختلفة : الصلب ، السائل ، الغازي . فتبعا لتوافر كميات الأمطار تختلف النباتات من أشجار ، شجيرات ، حشائش ، صحاري .فالغابات كمظهر نباتي قد تنمو فيما بين 2500 ، 400ملم أما الحشائش فتتواجد فيما بين 1250 ، 250 ملم ، المناطق الصحراوية بين 400 ، 25 ملم .

نلاحظ وجود تداخل في صور النباتات وهذا لتأثير عاملي الحرارة والمياه معا في توزيع النباتات ، فمثلا نبات الحلفا بالهضاب العليا الجزائرية لا يمكنه النمو سوى في ظل مناخ نصف جاف أو جاف حيث تقل كمية التساقط عن 200 ملم ولايمكنه النمو بالنطاق الرطب بالتل الجزائري .

- **النتح :** تفقد النباتات مياهها عن طريق النتح وتفقد كمية كبيرة عن طريق الأوراق .النتح "الأهابي" يحدث من مختلف أجزاء سطح الورقة أو نصل الورقة بينما النتح "المسامي" يتم من خلال مسامات الورقة أو الثغور ويمثل النتح المسامي 8 أضعاف النتح الأهابي .وعموما يصل ماتفقده النباتات بين 80 و90 % من المياه ، وتختلف عملية النتح في ساعات النهار فتزيد بعد الظهر بعد اشتداد الحرارة وتقل في بقية الأوقات ، وعليه فان عملية النتح مرتبطة بالحرارة بشكل طردي اضافة الى عامل الرطوبة .

- **الثلج والبرد :** يعد ثاني أهم مصدر للمياه حيث تتوقف عليه عملية التشرب البطيئ للتربة دون احداث أضرار بحالتها الفيزيائية ، كما يمثل الثلج والبرد عنصرا هاما من العناصر المغذية للأسمطة المائية والخزانات المائية الأرضية .

ويبدو أثر الثلوج في الحياة النباتية بالمناطق الباردة (خط الثلج الدائم بالمناطق القطبية الشمالية والجنوبية والمناطق الجبلية بالعروض الوسطى) حيث تحد من الانتشار النباتي ولعل الأثر الضار للثلج يتمثل في انخفاض درجات الحرارة مما يؤدي الى تجمد المياه بالتربة لتصبح بشكل بللورات ثلجية ، كما يتجلى أثر الثلوج على النباتات في تكسير الأغصان وفروع النباتات وبالتالي يقلل من النمو الطبيعي للنبات ويظهر خاصة على السواحل الجزائرية حيث تنتشر أشجار البلوط الفليني السريع الكسر بسبب ثقل الثلوج .

- **الضباب** : مصدر هام للرطوبة وخاصة في المناطق الجافة وشبه الجافة ، فعلى سبيل المثال نجد الساحل الكاليفورني الأوسط بالقرب من سان فرانسيسكو تكثر به كمية الضباب المتساقط على سطح الأرض، حيث يمثل مايزيد عن 80 % من مجموع التساقط بالمنطقة وهو ما يفسر وجود أشجار كاليفورنيا الحمراء المحبة للرطوبة ، التي لا يتفق وجودها مع كمية الأمطار المتساقطة بها ، كما يفسر لنا الضباب ظاهرة كثرة النمو النباتي بمناطق الصحاري الساحلية رغم أن بعضها لا يكاد يسقط به مطر على الاطلاق كصحراء ناميبيا جنوب غرب افريقيا ، حيث تبعد بحوالي 45 كلم عن الساحل ولاتسقط بها أمطار ثماما (سجلت بها 134 ملم سنة 1934م وهي سنة شاذة) ومع ذلك تنموا بها غطاءات نباتية ناتجة عن هبوب الرياح القادمة من المحيط الأطلسي والمحملة بكميات كبيرة من الضباب ، وهذا الغطاء النباتي مرتبط تواجده بفترة هبوب هذه الرياح فتزول بزوالها أي أن النباتات تأقلمت مع الظروف المحلية لهبوب الرياح .

- **الندى :** يمثل الندى أهمية كمصدر للرطوبة في المناطق الجافة ، فعندما تنخفض درجة الحرارة ليلا (المناخ القاري) يصبح الندى مصدرا اضافيا وهاما للرطوبة وقد تم تسجيل كمية الندى على مدار السنة في كثير من المناطق ففي فلسطين المحتلة يقدر مجموع الندى المتساقط بمايتراوح بين 100 الى 150 ملم سنويا وتشير الأبحاث الحديثة أن التعرض للندى يؤدي الى زيادة الانتاجية في الكثير من النباتات بمعدل يبلغ 50 % اذا ما قورنت بالأنواع النباتية التي تنموا بمناطق لايسقط بها الندى وعلى أساس علاقة الرطوبة بنمو النباتات نستطيع تقسيمها الى ثلاث مجموعات رئيسية .

2-4) : أصناف النباتات حسب نموها وعلاقته بالرطوبة :

- **الرطوبيات : Les hydrophytes** تتضمن النواع التي تنموا جيدا في ظل الرطوبة الوفيرة جدا وحيث تكون جذورها مغمورة بصفة دائمة بالمياه تظل جذور هذه النباتات طويلا بالماء ويمد جدورا أخرى من أجل امتصاص الأوكسجين ، ومنها نباتات المنغروف Mangrove التي تتواجد بالسواحل وبعض الانهار والمستنقعات وخاصة بالمناطق المدارية وشبه المدارية المطيرة حيث تكون رطوبة التربة عالية جدا على مدار السنة ما أدى الى زيادة في عرض نصل أوراقها أحيانا يصل الى 0,5 متر أو 0,75 متر(زيادة السطح تساعد في زيادة عملية النتح).

- **الجفافيات : Les xerophytes** وتشتمل على الأنواع القادرة على مواجهة وتحمل فترة طويلة من الجفاف من خلال مايملكه من وسائل التأقلم والتكيف الموزفولوجي والتشريحي للنبات ، وتتمثل في النباتات ذات الجدور الطويلة التي تصل الى طبقة المياه التحتية مثل نباتات المسكيت Mesquite التي يزيد عمق جذورها عن 20 مترا ونبات الألفالفا Alfalfa طول جذوره يصل الى 40 مترا عمقا ، وتواجه الجفافيات قلة الرطوبة بتباعدها عن بعضها البعض ، وكذلك بعملية التحور وخاصة على مستوى الجذور أو الأوراق ، ومن تحورات جذورها امتداد هذه الأخيرة لمسافات عمودية طويلة أو أفقية لتستفيد الى أقصى حد ولو من أقل كمية مطرية تسقط فوق الأرض ، أما التكيف على مستوى الأوراق فيبدو جليا بحيث نجد بعض الأوراق بشكل متدل مثل الكاليتوس (الكافور Eucalyptus) وهذا للتقليل من من شدة الأشعة الشمسية وكي لاتكون عمودية على سطح الورقة وبالتالي التقليل من عملية النتح ، بعض الأوراق نجدها مغطاة بطبقة شعرية أو بطبقة شمعية تعرف بالكيوتين لتقليل عملية النتح ، بعض الأوراق تحورت الى أشواك (الصبار والتين الشوكي)، بعضها يطلق رائحة أو زيوت طيارة تخلق مناخ جزئي حول النبات مثل الشيح : Arnoise ، بعض النباتات تملك طبقة من الأملاح على الأوراق تعمل على امتصاص البخار .

- **المتغيرات : Les hopophytes** هي أنواع وسط بين النوعين المتناقضين السابقين حيث تظهر نوعا من التاقلم والتكيف يتفق مع بيئتها المتغيرة بين فصل رطب وأخر جاف ، وتتضمن مجموع النباتات التي تنموا في الأقاليم فصلية المطر كمنطقة حوض البحر المتوسط ، ويمكن القول أن المتغيرات عادة ما تمارس وظيفة الرطوبيات في فصل الرطوبة والجفافيات في فصل الجفاف .

3-4) الريـاح :

عبارة عن ضابط ثانوي ومحلي الأثر في نمو النباتات وتوزيعها وكثافتها ويتمثل أثر ها في : انها تسبب زيادة بالغة في نتح الأوراق مما يؤدي لزيادة احتياج النبات للماء في الوقت الذي يزداد فيه تبخر الماء ايضا من التربة تحت تأثيرها وقد أثبث واسنر Weisner أن ريحا سرعتها 3متر /ثانية ترفع من شدة النتح بمايعادل 20 مرة وبالتالي تؤثر على قدرة الأوراق على التركيب الضوئي . ان الأوراق والأغصان المعرضة للرياح تجف وتموت وفي الوقت ذاته تتابع البراعم والأغصان المحجوبة عنها نموها وهذا ما يعطي للشجرة شكل علم ، وتلاحظ هذه الظاهرة بجلاء على شواطئ البحر وأعالي الجبال والمناطق المفتوحة عامة .

يلاحظ في المناطق المفتوحة على البحر المغطاة بالغابات أن هناك تدرج في ارتفاع الأشجار حيث يقل باتجاه البحر لدرجة أن الأشجار تكاد ترتفع عن سطح الأرض وتدعى الغابات القريبة من البحر بالغابات الوقائية أوغابات الحماية .

كما تؤثر الرياح في جدع الشجرة حيث يصبح شكلها بيضوي ونخاعه غيلا مركزي ويظهر ذلك في مقطع عرضي لجدع الشجرة المعرضة للريح وأن هذا التشوه يخفض من القيمة التجارية للخشب ، وزيادة على العملية التدميرية للرياح فانها تؤدي دورا بناء بالنسبة لاثراء الغطاء النباتي ومنها نقل البذور النباتية وحبوب اللقاح وتعمل على انتشارها على مساحات أوسع مما يزيد من فرص النمو في أكبر مساحة ممكنة . مماسبق بخصوص علاقات المناخ بالنبات يمكن القول أنه اعتمادا على سلم الدراسة التي يتم بحثها ، يمكن أن يساعد النطاق المناخي الحيوي في تفسير تواجد نبات معين محليا أو

توزيع الأنواع النباتية الاقليمي أو العالمي أو توزيع البيوم (الكتلة الحيوية) وهو مانلاحظه أيضا بالنسبة لتأثير عامل الحرارة والرطوبة والرياح أيضا .

5) العوامل الاحيائية (علاقة الكائنات الحية ببعضها) Les facteurs biotiques

نقصد بها العوامل الناتجة عن التأثير المتبادل بين الحيوانات والنباتات أو بين هذه الأخيرة وعموما فان التأثيرات المتبادلة بين الكائنات الحية هي التي نطلق عليها اسم Les facteurs biotiques ومنها:

1-6) علاقة الحيوانات بالنبات :

النبات الأخضر يصنع غذائه بنفسه بعملية التركيب الضوئي ونسمي النباتات الخضراء **بالمنتجين Producteurs** أما الحيوانات **أكلة الأعشاب** فتسمى حيوانات عاشبة **Herbivores** (**مستهلكون من الدرجة الأولى**) ، كذلك الحيوانات **اللاحمة Carnivores** (**مستهلكون من الدرجة الثانية**). فهل يؤثر اعتماد الكائنات الحية على النبات (حياة النبات) ؟

الجواب:

* **صنف المزارعين:** التغذية الحيوانية اعتمادا على النبات مضرة به خاصة في قدرة النباتات على العودة في النمو.

* **صنف ايكولوجي** : تغذية الحيوان على النبات صفة عادية أي إن التأثير الضار للحيوانات يفقد معناه لان كل مكون في النظام الايكولوجي (منتج ، مستهلك، محلل) له دورة في توازن النظام واستمرار السلسلة الغذائية يعني استمرار النظام البيئي وأي خلل بالسلسلة قد يؤدي إلى الإخلال به ويبدو تأثير الحيوان على النبات من خلال :

عملية التلقيح: " نحل العسل " والحشرات عموما تقوم بعملية التلقيح.

مثال: نبات Trifolium prateuse زرع في أستراليا لكنه لم يعط بذور لأنه نقل إلى هذا البلد دون أن تنقل حشرة النحل الطنان التي تقوم بعملية تلقيحه كما لا توجد في استراليا حشرات نحل تحل محله للقيام بالعملية.

: (81 % - 84%) من الأنواع النباتية في منطقة الحوض الغربي للبحر المتوسط يتم فيها التلقيح بالحشرات .

عملية انتشار البذور والثمار: يتم نقلها بطرق ثلاث:

أ) الانتقال داخل الجهاز الهضمي .

ب) الانتقال بجسم الحيوان .

ج) بناء الأعشاش وإحضار المواد الغذائية .

الرعي : استغلال المراعي المفرط من طرف الحيوانات يؤذي إلى تخريب الغطاء النباتي وتغيير تركيبه فينخفض عدد الأنواع المرغوبة ذات القيمة الغذائية العالية ، ويزداد انتشار الأنواع النباتية غير المرغوبة السامة والشوكية .

2-6) تأثير النباتات على بعضها البعض :

أ) التطفل : اعتماد بعض النباتات (المتطفلة) على غيرها في الحصول على غذائها مثل الهالوك يتطفل على جذور النباتات كذلك الطر شون Cistanche ، أما الحامول curcute فيتطفل على الجزء الخضري للنبات الأخضر ، التطفل يضعف النبات العائل ويعيق نموه ويجعله أقل قدرة على المنافسة وقد يسبب موته فيحد من انتشاره وتكاثره.

ب) التعايش أو التكافل: Symbiose تبادل المنفعة بين نباتين (كلا النوعين يعيش بوجود الأخر) وتتم وفق طريقتين:

- **التقايض أو المقايضة** : Mutualisme (مبادلة) يستفيد منها كل من النباتين ولايمكن لأحدهما أن ينمو دون الأخر مثل بكتريا الريزوبيوم RHIZOBIUM تعيش على جذور النباتات البقولية (كالفول) تقوم بتثبيت النيتروجين أو الأزوت من هواء التربة في صورة نتروجين عضوي على جذور النبات وتحصل في المقابل على الماء والأملاح المعدنية والمواد العضوية الكربوهيدراتية إضافة إلى المأوى .
- **الرشينة: (المعايشة) Le commensalisme** : النوع الأول ينتفع والنوع الثاني لايتضرر **مثل Les épiphytes** تستخدم الشجار لتتسلق عليها لبلوغ الضوء.

ج) **التضاد : Antagonisme Ammenalisme :** نوع نباتي ينتفع والنوع الثاني يتوقف نموه دون توقف حياته مثل الجوز الذي يفرز مادة سامة لاتسمح بتطور نباتات قريبة منه (مادة Juglone) تفرزها جذورها (Juglatijia) .

د) المنافسة: (La compétition) هي علاقة التنافس التي تحدث بين أفراد النوع الواحد أو بين أفراد أنواع مختلفة، وذلك بالنسبة للعنصر الأقل وفرة في الوسط: الماء بعد فترة جفاف، الأكسجين في تربة ضعيفة الصرف، الضوء، الغذاء ، كلما زاد عدد أفراد النوع الواحد زادت المنافسة وهي عنصر أساسي في تنظيم كثافة الأنواع النباتية وتتم من خلال :

ـ سرعة النمو الأسرع لها حظ أكبر في البقاء .

ـ القدرة على إعادة النمو(بعد الاحتراق) الأكثر قدرة له حظ في البقاء أكبر.

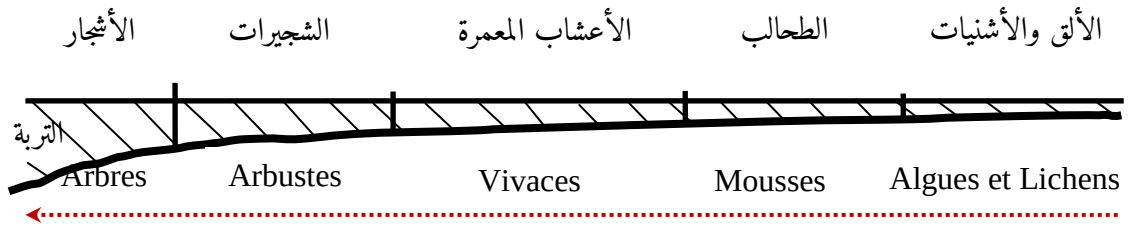
ـ في الغابات الأعشاب الربيعية تدخل مرحلة راحة في الصيف، عندها تبدأ أعشاب الصيف في النمو (تقسيم الزمن).

المحور السادس : الاوج المناخي وتوزيع التكوينات النباتية في العالم

1) الاوج المناخي وعوامل الانتشار في النبات :

1-1)الاوج المناخي : Climax يعرف الاوج المناخي بأنه حالة التلاؤم القصوى بين المناخ والنبات ، اذ فيه يبلغ النبات أوج تطوره وهو ما أصطلح على تسميته علماء الانجليز الايكولوجيون اسم "الكليماكس" وهي كلمة يراد بها المقياس ، وحتى نتفهم معنى "الكليماكس" نورد المثال التالي وقبله نطرح التساؤل التالي : كيف بدأت الحياة على صخر صلب ؟

لا شك أن الحياة لا تبدأ بنباتات راقية بل تبدأ بنباتات أولية هذه الأخيرة وحيدة الخلايا تعرف بالألق Algue والأشنيات Lichen يسميها علماء البيئة بالنباتات الرائدة لأنها الأولى التي تفتح الحياة فوق صخر صلب ، فنباتات الالق والأشنيات تساعد في تهيئة ظروف جديدة للحياة من خلال بداية تشكل التربة ، بعد الشنيات والألق تظهر الطحالب حيث تعمل على تفتيت الصخر واستخلاص غذائها منه مباشرة كما تعمل على ازالة نباتات الألق والأشنيات لتحل محلها.



تطور الحياة النباتية على صخر صلب

بعد الطحالب تزداد التربة سمكا وتتهيأ لاستقطاب نباتات أخرى أكثر تطورا تعرف بالأعشاب المعمرة vivaces تكون في البداية من النوع الذي يتحمل الجفاف ثم لاتلبث أن تصبح من الأعشاب المحبة للرطوبة لنموها الكبير واحتلالها لكل المساحات يحدث هذا بعد أن تزداد التربة سماكة.

بعد الأعشاب المعمرة التي تعمل على زيادة سمك التربة ،وتفتيت الصخر وتهيئة ظروف تسمح بنمو نباتات جديدة أكثر تطورا وهي الشجيرات (الأحراش) ، وكسابقتها بداية تكون محبة للجفاف تم لاتلبث في الأخير أن تصبح محبة للرطوبة بعد تكوين تربة أكثر سمكا فتتهيأ البيئة لاستقبال نباتات أكثر رقيا هي الأشجار ، والأشجار هي الحالة النهائية لتطور الحياة على الصخر وهي حالة الاتزان النهائي بين المناخ والنبات من جهة وبين التربة والنبات من جهة أخرى.

2-1) السلسلة الارتقائية والسلسلة الانتكاسية : نقصد بالسلسلة النباتية الارتقائية تلك التي تمر من النباتات الدنيا الى النباتات الأكثر تطورا أي من الألق والأشنة الى الأشجار ، قد يتعرض الوسط الى ظروف غير ملائمة (كالحرائق وعمليات القطع والرعي الجائر) تكون نتيجتها تدهور وانقطاع هذه السلسلة لتسمى سلسلة انتكاسية .

3-1) حالات الكليماكس في الجزائر : تعد قليلة وتتواجد بالكتل الجبلية بمناطق محدودة في الجزائر على غرار كليماكس الصنوبر الحلبي بغابة "بني ملول" بالاوراس وغابة "أكفادو " في القبائل الكبرى بين بجاية وتيزي وزومتمثلة في أشجار الزان ، وغابة "القروش" بالقرب من العوانة المكونة من الزان كذلك ، كما نسجل .أيضا حالة كليماكس لأشجار الزان بين الميلية والقل بالقبائل الصغرى وأخرى للبلوط الفليني بمنطقة "العرابة" قرب الميلية بولاية جيجل . ما عدا ذلك فان بقية الغابات بعيدة كل البعد عن حالة كليماكس وتعاني من التقهقر وتمثل سلسلة انتكاسية ، ويعود هذا التدهور للنشاط البشري وخاصة منه قطع الغابات ، والحرائق التي تعيد التربة للحالة الأولى ، الرعي الجائر وخاصة من قبل قطعان الماعز، مع ملاحظة أن الكليماكس يسمى باسم النوع النباتي المميز له أي النوع الأكثر انتسارا من الأشجار بالمنطقة حيث توجد حالة أوج مناخي (كليماكس) .

4-1) عوامل انتشار النبات : نجد ضوابط تتنوع ما بين حيوية وأخرى ايكولوجية بيئية من مناخ ، تربة وتضاريس ، زيادة على العوامل الذاتية المتصلة بالنوع النباتي نفسه كما هو الحال في نباتي القندول والخروب بالجزائر .

الرياح : كعامل ايكولوجي خارجي يساهم بفعالية في نشر بذور النباتات الى مسافات بعيدة قد تتخطى أحيانا مئات الكلمترات وتتميز بخفتها كما أن بعضها مزود بأجنحة مثل السحلبيات Orchidies ذات البذور الدقيقة بحيث تستطيع الرياح نقلها ونثرها على مسافات بعيدة من سطح الأرض وهو ماجعل السحلبيات من النباتات العالمية الانتشار .

المياه : هي الأخرى تساعد في نقل ونشر البذور حيث يصل المدى الى حدود 5500 كلم كما هو شأن بذور جوز الهند التي تنقل بمياه المحيطات لمسافات بعيدة لتلقى على الشواطئ ، غير أن النقل المائي محدود حيث أن الأمر يتوقف على البذور المحمية التي تتمتع بقدرتها على تحمل الرطوبة العالية وملوحة المسطحات المائية من جهة أخرى .

الحيوانات والطيور : من العوامل الحيوية المساعدة على نشر بذور النباتات التي لها زوائد في شكل خطاف أو تكون لزجة تلتسق بالحيوانات التي تلامسها فتؤدي الى نقلها من منطقة الى اخرى كما تساهم الحيوانات والطيور خاصة في نقل النباتات عن طريق نقل بذورها بجهازها الهضمي عند هجرتها من مكان لأخر كما هو الحال بالنسبة لطائر الزرزور الذي يتغذى على ثمرة الزيتون .

الانسان بدوره عمل على نقل النباتات من منطقة الى أخرى فقد جلب البطاطا و التبغ والذرى من أمريكا اللاتينية الى أوروبا الغربية مثلا ، كما ساهمت الفتوحات الاسلامية في نقل البرتقال الى اسبانيا ، وعموما فان هجرة الانسان ساهمت في نقل النباتات الزراعية .

2) توزيع التشكيلات النباتية في العالم

تمهيد : ليس من السهل تحديد توزيع خاص للنباتات في العالم وهذا يعود لعوامل محلية Microclimat وظروف التربة . غير أن التوزيع المنتظم للحرارة على مستوى الكرة الأرضية بشكل نطاقات متوازية من خط الاستواء باتجاه القطب أثر بدوره على توزيع البيوسينوزات التي تبدو بدورها بشكل نطاقات موازية تقريبا لخط الاستواء ومتطابقة عموما مع المناطق الحرارية . نستعرض أهم هذه النطاقات انطلاقا من القطب نحو المنطقة الاستوائية على مستوى النصف الشمالي للكرة الأرضية ، أهم هذه النطاقات هي :

2-1) التوندرا : Toundra وهي أقصى مايمكن ان نجده في اقصى الشمال بكل من اوراسيا وأمريكا الشمالية بين عرضي 55° و 66° درجة شمالا وقد سجل وجود بعض النباتات في المنطقة القطبية الشمالية عن خط عرض 70 ° شمالا بينما في هذا الخط بالنسبة للنصف الجنوبي لاتوجد نباتات ، وتتكون نباتات التوندرا الشمالية من نبات هزيل قليل تسود بها النجيليات من الأعشاب من جنس السعادي أو البردي Carex ونبات ديل القط Agristis ويختلط بها عدد كبير من الأشنيات والطحالب .التي تتحمل درجات حرارة منخفضة التي تصل أحيانا الى -80 °م تحت الصفر والى جانب الأشنيات والطحالب توجد نباتات زهرية اخرى تعمر بواسطة ريزومات أو كورمات وتموت أجزاءها العلوية في الشتاء ونباتات التوندرا نجدها عند خطوط العرض الوسطى الوسطى بجبال الألب أو جبال الروكي وتعتبر الجبال العالية التي تمتاز بالبرودة الشديدة خير الجسور لعبور نباتات التوندرا.

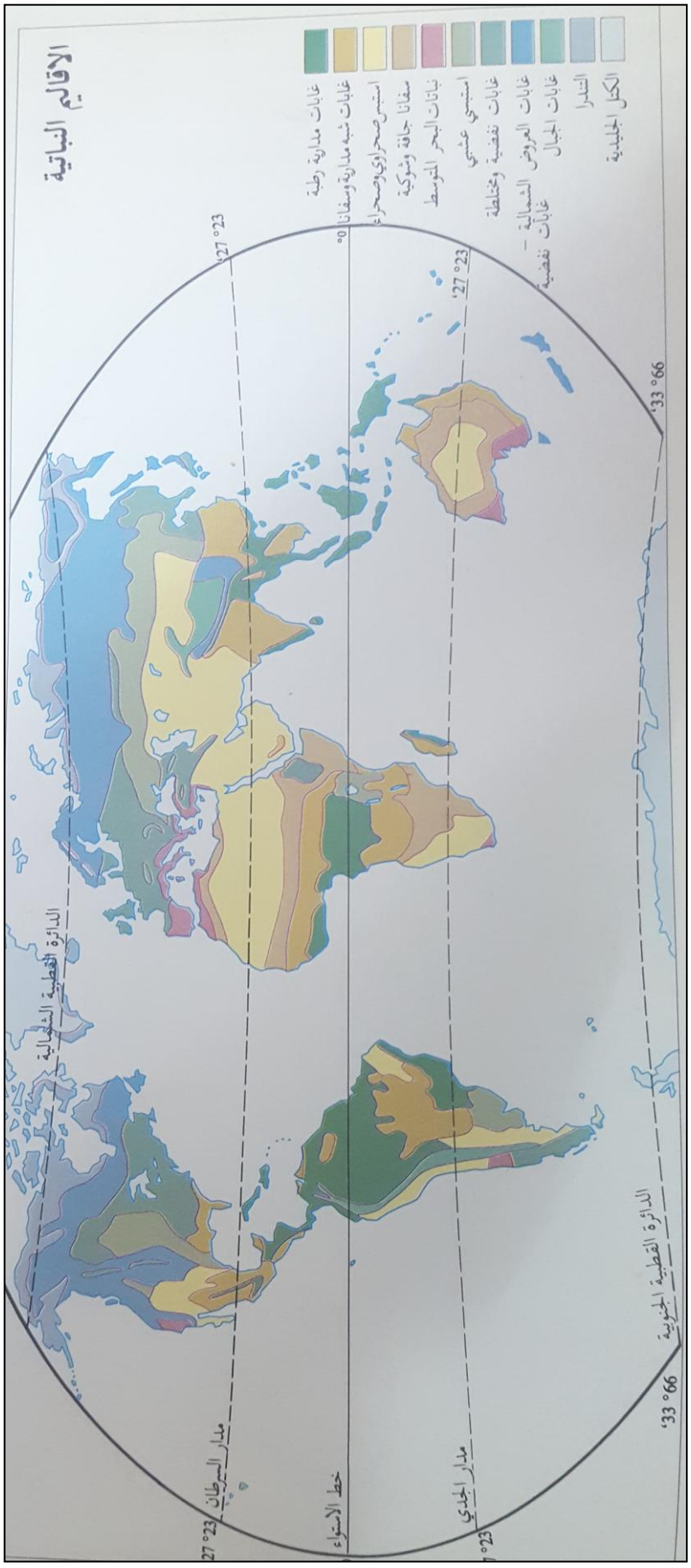
2-2) التايغا : Taiga الى الجنوب من نطاق التوندرا هناك تشكيلات نباتية أخرى ذات مناخ اقل قساوة ونميزها بالغابات المخروطية التي تاخذ شكلا مستدقا تدريجيا الى الأعلى (فتتخد شكلا مخروطيا) وتكون شريطا يكاد يكون مستمرا حول القطب الشمالي شمال اوروبا وسيبيريا وكندا ، أوراق هذه النباتات ابر ية تساعد في التقليل من فقد الماء ، وانزلاق الثلوج وتفادي الكسر ، وتتمثل في غابات الصنوبر والتنوب (شجرة الميلاد) في أوروبا ونباتات التنوب السيبيري شرقا ، ولاتوجد هذه النباتات في الشمال فقط بل نجدها ايضا بالعروض الوسطى بجبال الألب بجنوب المانيا ، سويسرا ، وشمال ايطاليا ، وتوجد كذلك في جبال الطلس بالمغرب والجزائر على ارتفاعات معينة ولكن تتمثل في انواع اخرى اذ نجد الصنوبر الحلبي والتنوب البيض ثم الأرز ، أما في أمريكا الشمالية فنجد الغابات المخروطية بأنواع اخرى فشجرة عيد الميلاد السائدة هي من النوع الأسود نسبة للونها الداكن ، والصنوبر من النوع الابيض مع نباتات اخرى كأشجار السيكويا التي يضخم حجمها بشكل كبير .

3-2) نطاق الأشجار المتساقطة الأوراق : يوجد من هذه الغابة تكوينات كثيرة بالراضي المنخفضة ، بسفوح الجبال والمنبسطات بطول الهضبة الشمالية الأوروبية في منطقة أمطارها معتدلة ونجد ضمن هذه الغابات نوعين من النباتات ذات السيادة هما (البلوط والزان) تفقد اوراقها في الخريف وتتعرى تماما في فصل الشتاء ما عدا بعض الوريقات الصغيرة التي تحمي البراعم من برد الشتاء وسقيعه ، ومن الأشجار المتساقطة الأوراق أيضا أبي فروة (الكسطل) أو الكستناء Châtaigne والزيزفون وتنتشر مثل هذه الأنواع بأمريكا مع وجود اختلافات طفيفة عما هو في أوروبا فيوجد مثلاغ البلوط الأبيض والزان ذوالزهرة الكبيرة .

4-2) **نطاق الحشائش أو البراري :** ويعرف هذا الاقليم باقليم النجيليات حيث تنموا أنواع من الحشائش يصل طولها المتر في قمة النمو تقع هذه الحشائش في بحر قزوين بروسيا وبوسط أسيا وتقع البراري في نطاق من الشمال الى الجنوب بامريكا الشمالية ، والامطار باراضي الحشائش قليلة والتربة غنية بمخلفات نباتية عضوية (تربة دبالية : تربة التشيرنوزيوم) .

5-2) نطاق نباتات البحر الأبيض المتوسط : على أهمية بالغة لتنوعها من جهة باعتبار الامتداد الكبير للمنطقة حيث يسود مناخ البحر المتوسط وتباينها بحيث تتراوح كميات التساقط بهذا الاقليم المناخي بين ما يزيد عن 2000 ملم وما يقل عن 200 ملم في حين تصل درجة الحرارة الى 40°م صيفا وقد تقل لتصل 0°م شتاء وباعتبارها تميز بلادنا من جهة ثانية ، تتوزع نباتا ت البحر المتوسط بين ضفتيه الشمالية والجنوبية ، وبينما تتواجد الرطوبيات بشكل أكبر في الضفة الشمالية نجد من الجفافيات أكثر بالضفة الجنوبية لاختلاف خصائص المناخ ذاته بين الضفتين ولأنه يمثل منطقة انتقالية بين المناطق الصحراية شبه المدارية والمنطقة الممطرة ، تنوع تضاريس اقليم البحر المتوسط بالضفة الشمالية بين سهول ومرتفعات ، وأحواض بينما تصل الصحراء بالضفة الجنوبية الى الساحل كما هو الحال في مصر وليبيا ،هذا ما ساعد على غنى وتنوع الغطاء النباتي من الغابات الكثيفة الى البراري .

في الجزائر هذا الاقليم يضم تكوينات خاصة به وهي ما تسمى بالتكوينات الحجرية الأوراق لتحملها فترة الجفاف.


الاقاليم النباتية
غابات مدارية رطبة
غابات شبه مدارية وسفانا
استبس صحراوي وصحراء
سفانا جافة وشوكية
نباتات البحر المتوسط
استبس عشبي
غابات نفضية ومختلطة
غابات العروض الشمالية – غابات نفضية
غابات الجبال
التندرا
الكتل الجليدية
الدائرة القطبية الشمالية
مدار السرطان
خط الاستواء
مدار الجدي
الدائرة القطبية الجنوبية

في الجزائر هذا الاقليم يضم تكوينات خاصة به وهي ما تسمى بالتكوينات الحجرية الأوراق لتحملها فترة الجفاف الطويلة وهذه التكوينات تكون على هيئة غابات مؤلفة من شجيرات دائمة الخضرة يعرف منها نوعان :

الأدغال (الماكي : Le maquie) عبارة عن شجيرات أو أشجار دائمة الخضرة ومن نباتاتها الشائعة الزيتون البري

بلوط الزان : : Chêne Zen

البلوط الفليني : Chêne liège

الضرو : Lentisque

الصنوبر الحلبي : Pin d'alep

(أزبوش)محليا والمسطقى (الضرو) والفستق وأشجار البلوط الفليني chêne liège وتنتشر مثل هذه التشكيلات النباتية بالقرب من البحر وتنموا على تكوينات صخرية سيليسية .

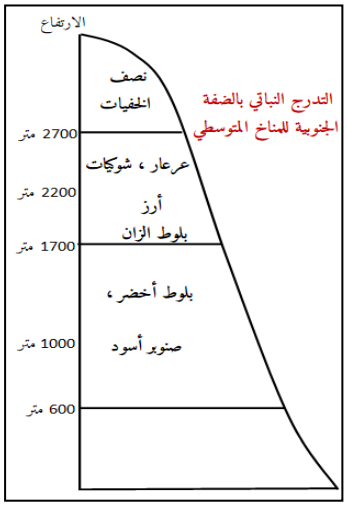
الأحراش (الجاريج : Guarique) وهو عبارة عن شجيرات منخفضة النمو ومتباعدة وواضحة شوكية في الغالب تغطي مساحات كبيرة من هذا الحوض وتنموعلى تكوينات صخرية كلسية .

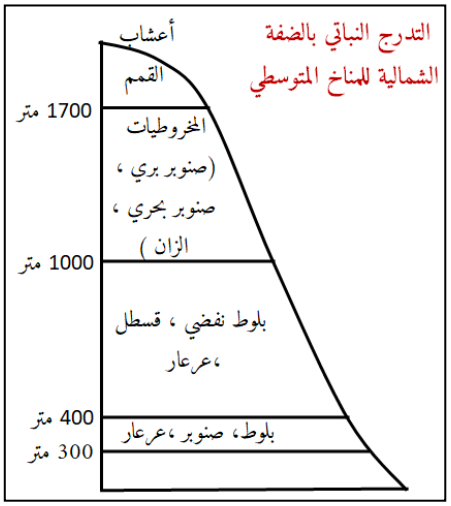
2-5-1) أشجار البحر المتوسط : بالضفة الشمالية تتنوع بين :

أشجار دائمة الاوراق : متمثلة خاصة في أشجار البلوط الفليني والبلوط الأخضر حيث تتواجد الأولى على مستويات بين 600 و1600 متر بالقرب من السواحل وبعيدا عن التطرف المناخي ، بينما نجد الثانية على ارتفاعات تتراوح بين

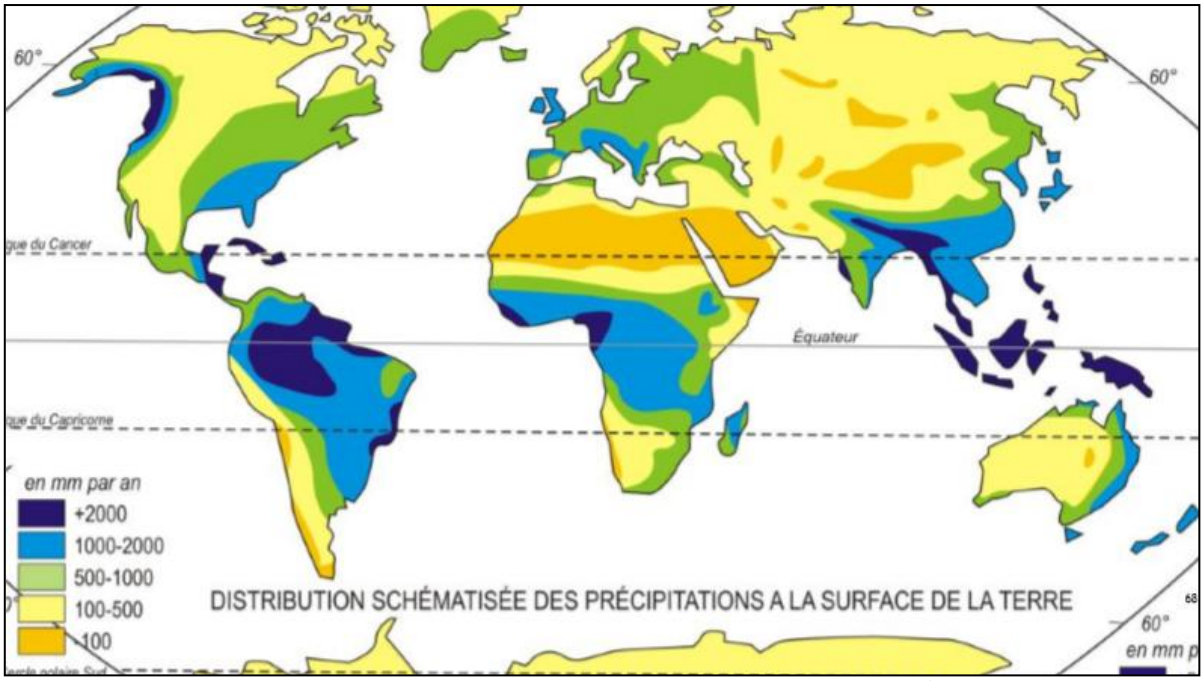
1500م و2800م وتتميز أشجار البلوط الأخضر بقدرتها على التواجد بالمناطق الممطرة والأقل مطرا وقد يصل ارتفاعها 20مترا

المخروطيات : وهي الأكثر انتشارا لقدرتها على مقاومة التغيرات المناخية (الرطوبة والحرارة) أهم أنواعها الصنوبر الحلبي الذي يتأقلم مع الظروف البيئية من رطوبة وحرارة (حتى -10°م) ويحتل مساحات كبيرة مقارنة مع الصنوبر البحري الذي يتواجد على الخصوص بالضفة الشمالية بالمناطق الأكثر رطوبة ، وهذا الاخير يخشى المناطق التي تعرف انخفاضا في الحرارة ، وإضافة الى هذين النوعين نجد أيضا أنواع أخرى مثل الصنوبر الأسود ، التنوب ، الأرز ،العرعار ...





2-5-2)التدرج النباتي مع زيادة الارتفاع : تحت تأثير عامل الارتفاع يلاحظ وجود تدرجين نباتيين ، تدرج لكل ضفة ففي الضفة الشمالية للبحر المتوسط تسيطر نباتات البلوط والصنوبر والعرعار على ارتفاع يتراوح بين 300 ، 400 متر (غابات متقهقرة)، بينما تصبح أقل تقهقرا فيما بين 400 ، و1000 متر وتتكون من البلوط النفضي والكسطل والعرعار ، في النطاق الجبلي العلوي (من1000 الى 1700 متر) تسيطر المخروطيات بشكل غابة كثيفة نسبيا ، وعلى ارتفاعات تفوق



1700 متر نجد ما يعرف بأعشاب القمم .

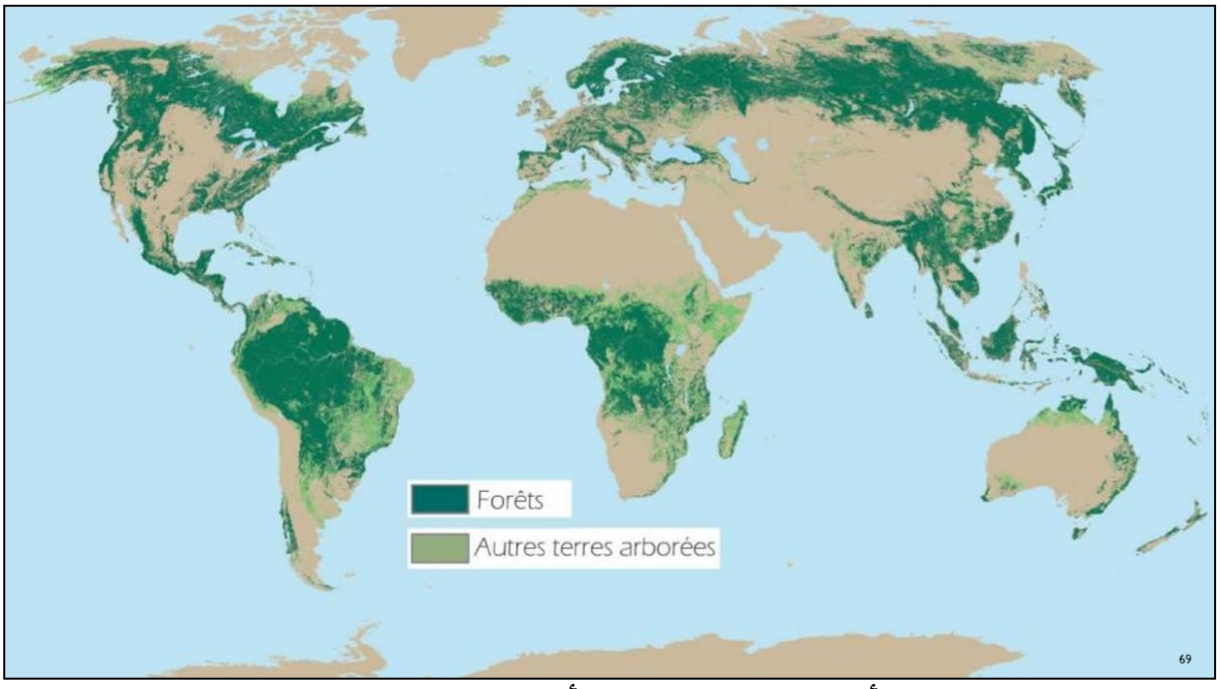
بالضفة الجنوبية وباعتبار مناخها أقل رطوبة فان التدرج النباتي يميزه عدم ظهور نباتات المناطق الرطبة فنجد في النطاق الجبلي السفلي (600-1700متر) نجد مايعرف بالغابات المنفرجة المكونة أساسا من البلوط الأخضر بدرجة أولى ثم الصنوبر الأسود بدرجة ثانية وهي غابات غير كثيفة بين 1700متر و2200متر نجد الغابات الكثيفة لأشجار الأرز وبلوط الزان ،بين 2000 و2700متر تسود نباتات العرعار والشوكيات ، في مستويات أعلى نجد الحقليات الشوكية الى غاية 3500متر ونصف المخفيات بقمم الجبال .

2-5-3) النباتات الصحراوية : في الاقليم الصحراوي يقل الغطاء النباتي لقلة المياه ويتواجد حيث تتوفر المياه بالواحات الصحراوية والأودية ونباتات الاقليم الصحراوي نباتات مسلحة بفسيولوجيا ومورفولوجيا تساعدها في التأقلم مع ظروف البيئة الصحراوية القاسية شجر اللبين Euphorbia ذات جدوع سميكة وتحمل فروعا عديمة الأوراق تختلط بأشجار شوكية تابعة لجنس السنط Acacia والمسكيت وتوجد هذه الأنواع في أماكن يقل فيها المطر عن 25 ملم سنويا ، كما توجد انواع نباتية اخرى مثل التين الشوكي ، السيسن والكاليتوس وتوجد مناطق من الصحراء عارية تماما من الغطاء النباتي ومنعدمة من المياه كالصحراء الرملية بالصحراء الكبرى والربع الخالي بشبه الجزيرة العربية وصحراء جيبسون بأستراليا .

2-6) نطاق الشجيرات الشوكية : وهي شجيرات تتألف من جدوع لا يتجاوز ارتفاعها 15 مترا مع اغصان شديدة الالتواء تحمل جهازا ورقيا ضعيفا في غاية من الصغر وهي أوراق متساقطة في نفس الوقت وهي صفة من صفات التاقلم مع ظروف البيئة والمحافظة على القدر القليل من المياه والأرض والتربة توجد حشائش قليلة وقصيرة .

2-7) اقليم السفانا : وهو غطاء نباتي من الحشائش النجيلية التي يصل طولها الى 2 متر في نهاية موسم النمو وتتشكل هذه الحشائش نتيجة الحرائق أو نزع الانسان للاشجار وتوجد في افريقيا خاصة ، كما تنتشر في أمريكا الوسطى والجنوبية في المناطق الهضبية والجبلية وتقدر كمية الا مطار التي تزدهر فيها بـ 2000 ملم سنويا .

8-2) نطاق الغابة المدارية المطيرة الدائمة الخضرة :تنتشر هذه الغابة في المناطق العالية الرطوبة التي تتميز بملاءمتها لنمو النبات طول السنة وتحيط بخط الاستواء وتكاد تكون مستمرة على اليابسة الا أن التغرات الخالية من مثل هذه الغابة وهو القسم الشرقي من افريقيا الاستوائية والمناطق الجبلية العالية للامريكيتين ومن مميزات هذه الغابة أن كمية التساقط



لها لا تقل عن 1500ملم وتزيد أحيانا عن 8000 ملم سنويا أما درجة الحرارة فيندر ان ترتفع عن 30 درجة مئوية أوتقل عن 20 درجة مئوية ، ونتيجة لهذه الظروف المناخية نجد لهذه الغابة تشكيلات نباتية دائمة الخضرة تسودها الشجار التيجانية المحبة للمياه أما الأشجار الخرشفية كالموز والنخيل فتشكل نسبة اقل أهمية من التيجانية مقارنة بالمجموع النباتي العام ، كما تحتل أشجار المنجروف المحبة للرطوبة مساحات واسعة في حوض الأمازون .

من الخريطتين يتبين لنا وجه التوافق بين توزيع الغطاء النباتي على سطح الكرة الأرضية وتوزيع كميات التساقط ، أخذا في عين الاعتبار أن عاملي الحرارة والتساقط يؤثران معا على توزيع الغطاء النباتي ، فمناطق انتشار الصحاري الجافة يميزها ارتفاع الحرارة وقلة التساقط وبالتالي ندرة الغطاء النباتي ، بينما المناطق الاستوائية يميزها ارتفاع الحرارة وكميات التساقط معا (نطاق حيوي مناخي مناسب لازدهار الأشجار الكثيفة) ، ونجد حشائش الاستبس حيث القارية وقلة الأمطار .

- ملاحظة : تم اعداد هذه المطبوعة في شهر أكتوبر2019 في شكل محاور ومواضيع نظرية من طرف الأستاذ اعتمادا على مكتسباته القبلية وبحوثه لتغطية محتوى مقياس علم المناخ الحيوي ، وهي قابلة للاثراء ، والتدعيم بأعمال تطبيقية وميدانية لبلوغ اهدافها البيداغوجية .

المراجع:

أولا : الكتب بالعربية

1) حسن سيد أحمد أبو العينين : أصول الجغرافيا المناخية ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت ، ط3 .1985 .

2) ألان لاكوست و روبير سالانون : عناصر الجغرافيا الحيوية والايكولوجية ، ترجمة عبد القادر حليمي ، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر ، .1982

3) علي حسن موسى : أساسيات علم المناخ ، دار الفكر العربي .دمشق.سورية 2014 .

4) ابراهيم بن سليمان الأحيدب :المدخل الى إلى الطقس والمناخ والجغرافيا المناخية، أستاذ الجغرافيا الطبيعية والمناخية جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية .الرياض .

5) بهاءأحمد العبد : الأسس العلمية في دراسة الطقس و المناخ ، الطبعة الأولى المنهل 2016 ، 224ص

6) صلاح عبد الحميد : الجفاف والتصحر : المخاطر وآليات المكافحة مراجعة فايز عمران ، المنهل 2014 .

7) علي حسن موسى : (التلوث البيئي) ، دار الفكر .دمشق .سورية 2000.

8) جودة حسنين جودة : أسس الجغرافيا العامة ص267-271

9) خاطر، نصري ذياب : الجغرافيا الطبيعية المنهل 2012 .259ص

10) أحمد أحمد الشيخ : الأرصاد الجوية ، 309ص

11) علاء المختار: أساسيات الجغرافيا الطبيعية، المنهل 2011 .278ص

12) عبد السلام تشاح : جغرافية النبات ، مطبعة افريقيا الشرق ، الدار البيضاء ، ط01 ، 1990 .

13) عبد القادر حليمي : مدخل في الجغرافيا المناخية والحيوية ، ديوان المطبوعات الجامعية ، الجزائر 1981.

ثانيا: الكتب بالفرنسية

1) Anne – Marie Gerin – Grataloup : précis de géographie. Nathan. paris 1995.

2) Jean-christophe victor, virginie raisson.frank tétart : le dessous des cartes 2 atlas d'un monde qui change, editions frances loisirs paris, imprimé en italie2007.

3) Marc Cote l'espace Algérien OPU Algérie 1983.

4) Mustapha Mjejra. Étude de l'évapotranspiration dans le bassin versant de Mejerda (en Tunisie): apport de la télédétection satellitaire et des SIG. Géographie. Université Rennes 2, 2015. Français. <NNT: 2015REN20050>. <tel-01281636

ثالثا: أطالس :

1) الأطلس العالمي : المعهد التربوي الوطني - الجزائر بدون تاريخ .

2) أطلس العالم : طبعة جديدة ، دار الشرق العربي ، حلب – سوريا – بدون تاريخ

رابعا : مراجع الكترونية :

1) المرجع الالكتروني للمعلوماتية : **http://almerja.com/index.php**

2) ويكيبيديا : https://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_des_climats

3) الدكتور عبد الله لعوينة : التغيرات البيئية الشاملة وأثارها على التنمية المستدامة ، مجلة جغرافية المغرب الالكترونية.

4) أحمد أحمد الشيخ : الأرصاد الجوية ،جامعة المنصورة ، كلية التربية ، قسم المواد الاجتماعية .2004

5) تصنيف الأقاليم المناخية : Classification des climats

https://fr.wikipedia.org/wiki/Classification_des_climats#La_classification_des_climats;

6) الدورة العامة للغلاف الغازي : GEO4 - Circulation générale atmosphère على الموقع التالي :

https://www.youtube.com/watch?v=0U1Q5pcAN-g

7) علاوة عنصر : مبادئ في علم المناخ والجغرافيا الحيوية ، مذكرة تدريس ، قسم علوم الأرض والجغرافيا والتهيئة العمرانية ، جامعة قسنطينة .2006

8) عبد اللطيف رمان ، مسلك الجغرافيا . السداسي الأول .كلية الاداب .جامعة ابن زهر . اكادير

agadir.Geographie/com.facebook.www://https

9) دروس علم المناخ الحيوي النباتي لابراهيم جزيري :

https://brahimjaziri.jimdo.com/support-de-cours/bioclimatologie-végétale

10) cours bioclimatologie :

https://www.dzuniv.com/specialtie/57/module/234/document/1307/Cours-Bioclimatologie--:-Cours-sécheresse-et-aridité

خامسا : رسائل جامعية :

1) علي حجلة : التهيئة الحضرية والتنمية المستدامة لمدينة تبسة ، رسالة دكتوراه في تهيئة المجال ، كلية علوم الأرض والجغرافيا والتهيئة العمرانية ، جامعة قسنطينة 2017.

2) GOUAIDIA Layachi : influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des parametres physico –chimiques des eaux d'une nappe en zone semi aride, cas de la nappe de meskiana nord-est algerien. Thèse de Doctorat en sciences option Hydrogéologie Faculté des sciences de la Terre Département de Géologie, université Annaba . 2008

3) Seghir Karima : Vulnérabilité à la pollution, protection des ressources en eaux et gestion active du sous système aquifère de Tébessa Hammamet (Est Algérien), Thèse de Doctorat en Géologie Appliquée Option: Hydrogéologie, Faculté des sciences de la Terre département de Géologie, université Annaba . 2008

خاتمة : استهدفت عملية اعداد هذه المطبوعة البيداغوجية تزويد طالب بمستوى السنة الثانية ل م د برصيد مستفيض وفق أسلوب يعتمد توضيح المفاهيم واثارة اهتمام الطالب اتجاه محتوى يربط بين مفهومي علم المناخ والجغرافيا الحيوية اعداد المطبوعة كان خلال شهر أكتوبر2019 في شكل محاور ومواضيع نظرية من طرف الأستاذ اعتمادا على مكتسباته القبلية وبحوثه لتغطية محتوى مقياس علم المناخ الحيوي ، مع امكانية المحاور التي تطرق ، اليها والتدعيم بأعمال تطبيقية وتربصات ميدانية لبلوغ اهدافها البيداغوجية المتوخاة .