

1^{er} Cours Définition du climat et de la bioclimatologie**1.2. Définition du climat**

- ⊕ Climat : c'est l'étude des phénomènes énergétiques et hydriques entre la surface de la terre et l'atmosphère (climatologie physique) combiné avec la fréquence et la succession des événements météorologiques (climatologie dynamique) dont l'action influence directement et indirectement l'action des êtres vivants (climatologie appliqué).
- ⊕ La climatologie utilise les données météorologiques à la surface de la terre et des mers sur une longue période. Il faut 30 ans de données continus pour qualifier les variations de précipitations : **c'est la normale climatique.**
- ⊕ **La définition complète et précise du climat est celle de Max Sorre** qui le défini comme étant la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle.
- ⊕ Le climat peut être étudié en utilisant les moyens à long terme **des éléments constitutifs du climat** à savoir **la température et les précipitations.**

1.2. Définition de la bioclimatologie

- ⊕ La bioclimatologie est **une branche de l'écologie** qui peut se définir comme étant la science de l'étude des relations entre les êtres vivants et le milieu ambiant.
- ⊕ Selon les êtres vivants considérés, **l'écologie** peut être **végétale, animale, ou humaine,** **le milieu ambiant** se caractérise par **des facteurs physiques, chimiques, et biologiques.**
- ⊕ La bioclimatologie vise à étudier les conditions **d'adaptation du climat** à la plante et inversement.

Exemples :

- la possibilité pour les annuelles sensibles au gel (haricot, pomme de terre, maïs) de jouer sur les dates de semis.
- Les moyens d'action sur les facteurs du milieu (abris, serres, l'irrigation ou

méthodes de lutte contre les accidents climatiques notamment le gel).

I.3. Les domaines de la bioclimatologie

La bioclimatologie fait appel entre autre à: · Pour l'étude de l'atmosphère * La météorologie : étude du temps qu'il fait, mesure des valeurs instantanées, à un moment précis, en un lieu déterminé. * La climatologie : étude du temps qu'il a fait, étude du climat par les valeurs moyennes et cumulées dans le temps en un lieu déterminé pour une période donnée. * La physique: nous intéresse pour les différentes lois auxquelles obéissent les phénomènes régissant la dynamique du climat.

Les statistiques : nécessaires à la description des phénomènes expérimentaux, relations entre les lois de probabilité, notion d'échantillonnage. · Pour l'étude de la plante ou de la communauté végétale : * L'écologie botanique : distribution des plantes, analyse des groupements et relations avec les paramètres du milieu.

L'agrophénologie : concerne l'évolution des différents stades de croissance et de développement des plantes. * La physiologie : (anatomie, morphologie et biochimie) concerne principalement l'étude du fonctionnement des plantes tant du point de vue structure que du métabolisme (photosynthèse, systèmes hormonaux . . .).

La génétique : amélioration des génomes se traduisant par des modifications de certains caractères phénologiques qui interviennent dans la productivité du couvert. · Pour l'étude du sol : * La pédologie : étude de la structure et de la texture des sols; importance de leurs caractéristiques pour l'alimentation des plantes.

L'hydrologie: étude de tout ce qui concerne l'eau soit en surface soit en profondeur. S'intéresse aux problèmes d'érosion, de drainage, d'écoulement, pour permettre une estimation du bilan hydrique au niveau d'une région. * Inversement, ces sciences sont intéressées aux résultats de la bioclimatologie tout comme celles qui s'occupent de la défense des cultures (entomologie, phytopathologie, virologie, etc..).

I.4. Les objectifs de la bioclimatologie

Les objectifs de la bioclimatologie végétale doivent répondre aux préoccupations des agronomes et donc être axés principalement sur l'amélioration de la production agricole : 1. en déterminant les mécanismes régissant les interactions plante-climat pour une meilleure compréhension des relations plante-énergie, plante-eau. 2. en permettant des prises de décision à caractères opérationnels :

À court terme : échelonnement et modalités des interventions culturales durant la période de croissance des végétaux :

* Binage, sarclage pour la formation d'un mulch et élimination des adventices,

*Épandage d'engrais ou d'insecticide, * Récolte des produits,

*Estimation des déficits hydriques par les mesures des pluies et le calcul de consommation en eau justifiant les apports d'eau par irrigation.

À moyen terme : l'information climatique doit devenir un critère de gestion économique des activités agricoles :

Estimation des dates de plantation les plus favorables à l'obtention d'une production agricole la plus élevée,

Réparation des sols,

Choix des plantes convenant le mieux au climat de la région,

Régularisation des récoltes.

I.5 principales relations végétation-climat

II.1. Qu'est-ce qu'un peuplement végétal ? Toute culture est un système complexe résultant du développement de plantes réparties spatialement, de façon aléatoire ou en lignes de semis ; cette répartition se caractérise simplement par la densité moyenne du peuplement (Nombre de pieds par m²). C'est ce système que l'on veut définir dans ses relations avec le milieu sol et climat.

I.5.1 Description du couvert : Ce système développe au cours de sa croissance deux interfaces, lieux de passage obligatoires des échanges avec le milieu extérieur dit pédoclimatique (sol et atmosphère), ce qui explique le rôle considérable joué par ces interfaces dans le domaine des relations milieu et production végétale. Comme toute interface, elles seront décrites à la fois par

leurs propriétés géométriques (surface, dimension, répartition) et par leurs propriétés physiques vis-à-vis des échanges.

A. Surfaces d'échanges :

A1) L'interface racinaire :

* C'est la surface totale des racines en contact avec le sol; cette interface se caractérise par une hétérogénéité horizontale et surtout une variation selon la profondeur. On définira simplement la profondeur d'enracinement de ce peuplement.

* Ce système racinaire qui prospecte le sol est bien connu pour son adaptation au milieu et pour l'importance considérable des longueurs de racines mises en jeu (au moins 10 m pour un pied de blé, soit plus de 25000 km par hectare) ; il a des surfaces d'échanges considérables qui sont supérieures à 50.000 m² par hectare ou 5m² par mètre carré de sol.

* Cette exploration racinaire est très importante pour extraire l'eau du sol et surtout pour puiser les éléments minéraux indispensables (rôle de la fertilisation) ; elle sera d'autant plus aisée que le nombre de racines sera élevé.

A2) L'interface foliaire :

* C'est la surface totale des feuilles ; celles-ci captent de l'énergie radiative lumineuse si importante pour la photosynthèse et échangent de la chaleur et des gaz (vapeur d'eau due à l'évaporation appelée transpiration, gaz carbonique et oxygène liés à la photosynthèse et à la respiration).

* On caractérisera simplement la végétation par sa hauteur H, mais on définira pour les relations plante-atmosphère l'indice de surface foliaire totale de la culture (SF).

* Si ces deux interfaces sont dominantes pour le développement d'une culture, l'une demeure souvent mal connue (indice de surface racinaire, SR) et beaucoup plus difficile à prendre en compte que l'indice de surface foliaire (SF) que l'on fait intervenir dans de nombreuses fonctions de productions, car assez facilement

accessible.

* En fait, dans ses relations avec le climat, un peuplement végétal sera aussi caractérisé très globalement par quelques paramètres relatifs aux interactions avec certains facteurs physiques particuliers du milieu climatique.

B) Caractéristiques physiques

B1) L 'albédo : C'est le pouvoir de réflexion du rayonnement par la surface, soit la proportion d'énergie incidente d'origine solaire réfléchi par la surface (on peut retenir qu'environ 15% à 25% sont réfléchis par une végétation). L'albédo varie selon la nature de la surface. Entre un sol noir, un sable blanc ou la neige, l'albédo peut varier de moins de 10 % à plus de 80 % ; ce phénomène, bien connu en agriculture, est un des éléments qui, avec l'humidité du sol, permet de distinguer les terres froides des terres chaudes. Un albédo faible conduit à des températures de surface plus élevées, élément favorable en zone froide, défavorable en zone chaude. Cette propriété peut être utilisée au printemps pour accélérer la fusion de la neige en épandant des produits à faible albédo.

B2) Le coefficient d'échange ou vitesse d'échange : C'est la vitesse avec laquelle se font les échanges de chaleur ou de masse (vapeur, gaz carbonique,...) entre la surface et l'air animé d'une certaine vitesse. Ce coefficient d'échange dépend : * Du type de culture considéré (la culture sera caractérisée par la rugosité de sa surface, paramètre qui dépend de ses irrégularités et dont le rôle est une modification de la turbulence de l'air et des mouvements convectifs au-dessus du couvert) ; * Et surtout de la vitesse du vent (U en m/s) C'est donc une fonction propre au peuplement qui croît rapidement avec la rugosité ou avec l'hétérogénéité de la culture. En effet la rugosité déterminée par les différences de hauteur entre les plantes sera d'autant plus forte que la culture sera plus haute, moins dense et plus hétérogène.

B3) La résistance de surface : C'est le frein opposé par la végétation aux échanges d'eau et par conséquent au gaz carbonique. * En effet les surfaces de feuilles sont protégées contre la dessiccation de l'air par leur épiderme et leur cuticule

(pratiquement imperméable), et les échanges de masse (eau ou gaz carbonique) ne se produisent qu'à travers de petits pores, appelés stomates.

* Le frein occasionné par la fermeture des stomates est un système de régulation très efficace pour les plantes qui réduisent ainsi leurs pertes d'eau.

* Cette résistance moyenne des stomates des feuilles du couvert représente le paramètre inverse de la vitesse d'échange précédente.

* Ce paramètre est régulé par la plante elle-même ; c'est la régulation stomatique qui réduit si nécessaire les échanges d'eau (en cas de sécheresse), mais réduit aussi en contrepartie l'entrée du gaz carbonique, diminuant dans une moindre mesure la photosynthèse, soit la production.

II.2. Bilan radiatif, bilan d'énergie et formes d'échanges II.2.1. Types de

rayonnements Dans notre environnement naturel, on peut définir deux classes de rayonnement :

a. Le rayonnement d'origine solaire : de courte longueur d'onde (0.3 à 3 μm).

Chacun sait combien, dans les conditions naturelles l'énergie d'origine solaire est importante par ses apports d'énergie lumineuse (photosynthèse) et d'énergie calorifique (chaleur). Rappelons que le soleil, comme tous les autres corps, émet des rayonnements électromagnétiques (ondes caractérisées par leur longueur) dont l'intensité dépend de la température du corps. Pour le soleil, cette intensité est considérable puisque sa température est d'environ 6000°C.

Le rayonnement qui est reçu au niveau d'une surface horizontale au sol est appelé le rayonnement global R_g : (Ce rayonnement global est mesuré sur un plan horizontal).

R_g représente la somme du rayonnement solaire direct, lequel varie avec la hauteur du soleil au-dessus de l'horizon, et du rayonnement diffusé par le ciel. ü 50 % du R_g se situe dans le visible (0.4 à 0.7 μm) et représente la plage active des radiations utiles à la photosynthèse, ü Les 50 % restant se situent dans le proche et moyen infrarouge (0.7 à 3 μm) et son rôle est purement

Cours **Bioclimatologie** **M1 SS**
calorifique (réchauffement du sol et de l'atmosphère, évaporation et évapotranspiration...).

$$0 < R_g < 1000 \text{ w/m}^2$$

b. Le rayonnement d'origine tellurique :

émis par les surfaces (R_s) et l'atmosphère (R_a): · Ce sont ceux qui sont émis par tous les corps ambiants sans exception dont, en particulier, l'atmosphère et les surfaces naturelles (sols, végétations, objets divers, animaux, etc.) · Le rayonnement atmosphérique, R_a , généralement assez faible car l'atmosphère est toujours un corps assez froid (refroidissement de 1°C par 100 m dans l'atmosphère) ; · Le rayonnement des surfaces, R_s , généralement plus élevé que le précédent car les températures ambiantes sont relativement plus chaudes que l'atmosphère, bien que très variables. · Pour R_a , cette émission est due essentiellement à la vapeur d'eau, au gaz carbonique à l'ozone; la présence de nuages accroît sensiblement l'importance de l'émission atmosphérique.

$$250 \text{ w/m}^2 < R_a < 450 \text{ w/m}^2$$

$$350 \text{ w/m}^2 < R_s < 500 \text{ w/m}^2$$

$R_s > R_a$ car les températures de surface sont plus chaudes que l'atmosphère.

II.2.2. Le bilan radiatif (R_n) : · L'impression de chaud ou de froid, dépend d'abord du bilan des gains et des pertes radiatives: c'est le bilan radiatif ou RAYONNEMENT NET, R_n , énergie nette captée au niveau des surfaces. · Le rayonnement net est défini comme la quantité d'énergie radiative disponible à la surface de la terre est pouvant être transformée en d'autres formes d'énergie par les divers mécanismes physiques ou biologiques de la surface. · Dans les conditions naturelles, toute surface reçoit l'énergie solaire, R_g , mais en perd une partie par réflexion, le pourcentage de réflexion étant appelé l'albédo ; cette même surface reçoit d'autre part le rayonnement atmosphérique, R_a , et perd par émission son propre rayonnement, R_s .

Le bilan radiatif ou rayonnement net est la somme algébrique du rayonnement solaire et du rayonnement tellurique :

$$R_n = R_g - a \cdot R_g + R_a - R_s \quad a \cdot R_g :$$

Rayonnement global réfléchi par l'albédo du sol, (on néglige le rayonnement atmosphérique réfléchi par le sol $\epsilon \cdot R_a$) · Le cycle journalier impose de jour un réchauffement car l'énergie solaire l'emporte devant le bilan des rayonnements telluriques ($R_a - R_s$), mais dès que la nuit tombe (R_g devenant nul) le bilan devient négatif car il est alors réduit au bilan tellurique pratiquement toujours négatif, et la surface se refroidit par perte d'énergie avec toutes les conséquences microclimatiques qui en résultent : brouillard, rosée, givre (gelé, froid), et surtout basses températures ou gel, etc. · Sous les latitudes moyennes et selon la période de l'année et l'état de l'atmosphère :

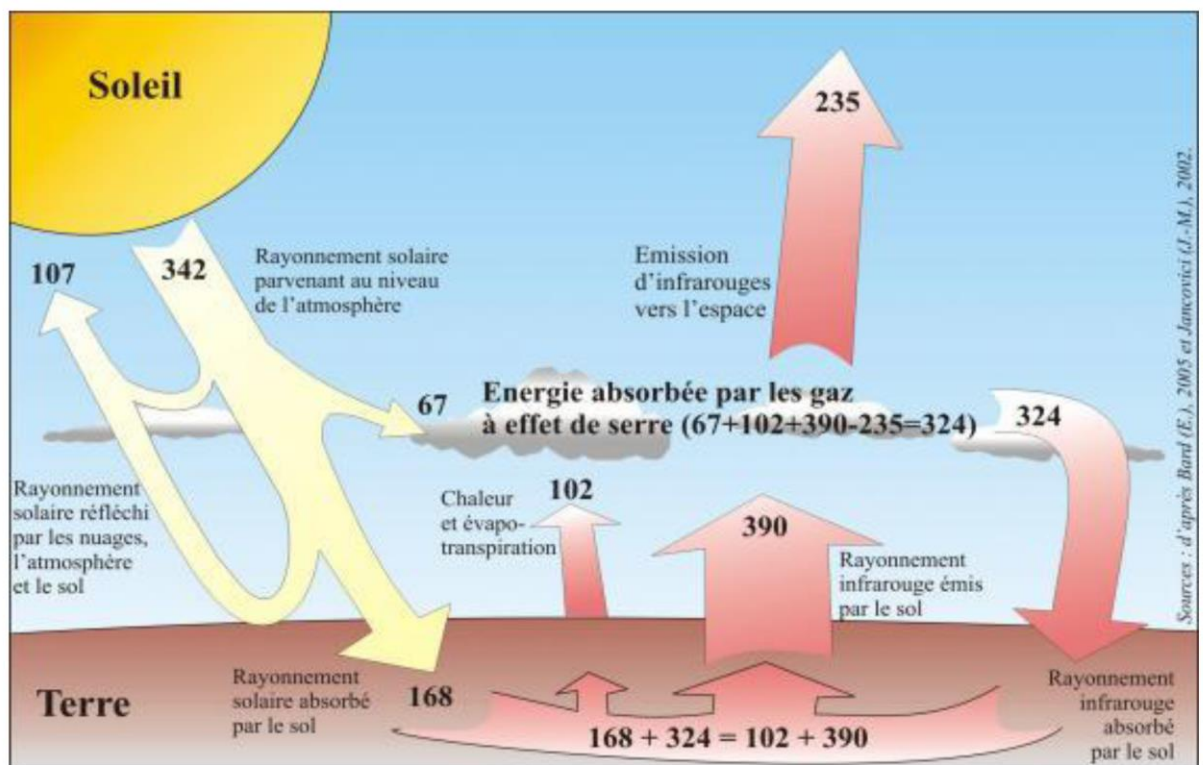
a) Le jour: $R_n = R_g - a \cdot R_g + R_a - R_s$

$0 < R_n < 700 \text{ w/m}^2$ (le système gagne de l'énergie)

b) la nuit $R_n = R_a - R_s < 0$

$- 150 \text{ w/m}^2 < R_n < 0$ (le système perd de l'énergie)

C'est donc au cours des nuits sans nuages que les températures de surface sont les plus basses.



Le bilan radiatif de la Terre (en Watts par m²)

II.2.3. Modes de transfert d'énergie thermique L'atmosphère reçoit son énergie, sa

chaleur, depuis son moteur essentiel : le **soleil**, par l'intermédiaire de quatre *transferts d'énergie*.

Ce sont :

- a. *Le rayonnement*
- b. *La conduction*
- c. *La convection*

2) La météorologie et le temps :

La météorologie est l'étude du temps, elle fait appel à la physique de l'atmosphère pour expliquer et comprendre le temps.

Le **météorologue** à deux tâches fondamentale

- 1) observation de l'atmosphère et la mesure des variables atmosphériques : précipitations, pression atmosphérique, le vent, l'ensoleillement, l'humidité de l'air et les températures.
- 2) prévoir le temps à parti des mesures effectuées

- ⊕ La météorologie est une science qui d'abord aboutit à une explication rationnelle des processus atmosphériques ensuite à une prévision de son état futur.
- ⊕ **Le temps** est la condition atmosphérique dominante dans une zone à un moment déterminé, se traduisant par la chaleur ou le froid, un ci el clair ou nuageux, la sécheresse ou l'humidité, le vent ou le calme.
- ⊕ Le temps change toujours. Pour le prédire, les scientifiques prennent des mesures dans des stations météorologiques du monde entier.

⊕ **Les types du temps**

1. est constitué par l'état présent et momentané de l'atmosphère (direction et force du vent, température, nébulosité, pluie, etc.).
2. est déterminé par les déplacements des masses d'air à la surface du globe
3. est déterminé par la situation relative des continents et des mers et par les conditions locales de relief, de végétation et d'hydrographie qui peuvent modifier la direction des vents ou la pluviosité.
4. Désigne l'association plus ou moins durable, de quelques heures à quelques jours,

d'éléments atmosphériques sensiblement identiques sur un espace d'échelle régionale à locale.

5. constitue les manifestations des types de circulation sur les éléments atmosphériques combinés aux niveaux d'échelles régional et local.
6. Par sa répartition spatiale, sa fréquence, sa durée et sa succession, permet de saisir concrètement la réalité des conditions atmosphériques au-dessus d'un lieu et d'en envisager les conséquences sur l'espace géographique.

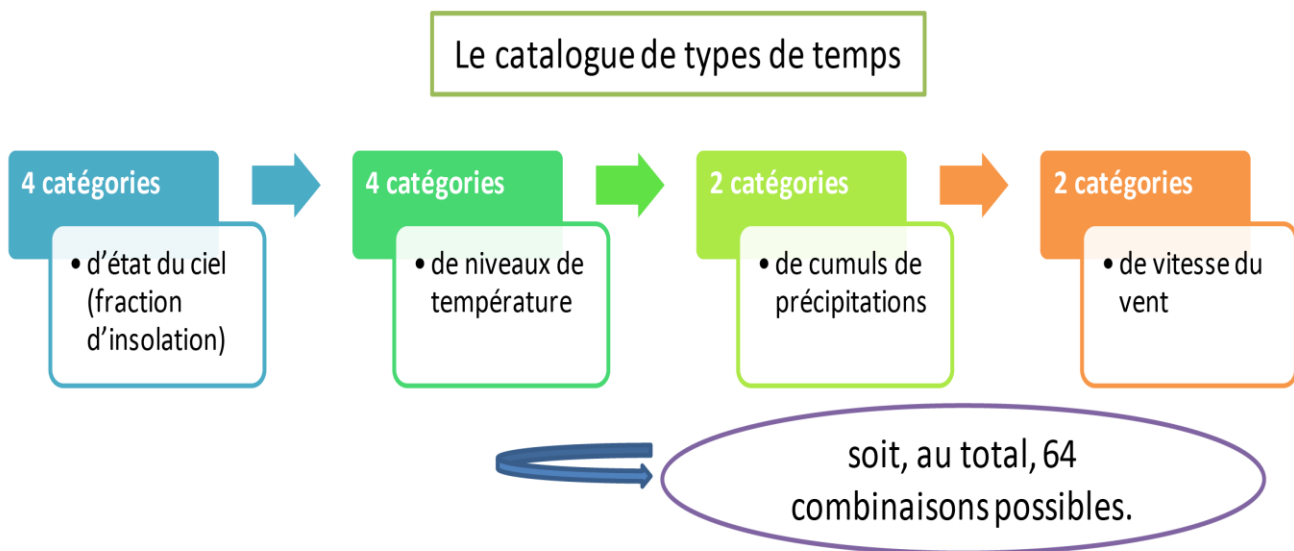


Tableau 1. Discrétisation des **4 variables** météorologiques en **12 classes** (données journalières). Les lettres correspondent aux initiales des variables. Les codes de « type de temps » se construisent en combinant les lettres de la gauche vers la droite du tableau 1 (1 lettre par variable).

	État du ciel		Température		Précipitations		Vent
B	Beau ≥ 80%	C	Chaud ≥ 20°C	-	Sec < 1 mm	-	Non venteux < 5 m/s
V	Variable [50 ; 80% [D	Doux [12°C ; 20°C [
N	Nuageux [20 ; 50% [F	Frais [4°C ; 12°C [A	Arrosé ≥ 1 mm	W	Venteux ≥ 5 m/s
G	Gris < 20%	K	Froid < 4°C				
	Fraction d'insolation (%)		Température moyenne (°C)		Cumul de précipitations (mm)		Vitesse moyenne du vent (m/s)

Exemple: Le temps gris, frais, arrosé et venteux (GFAW)

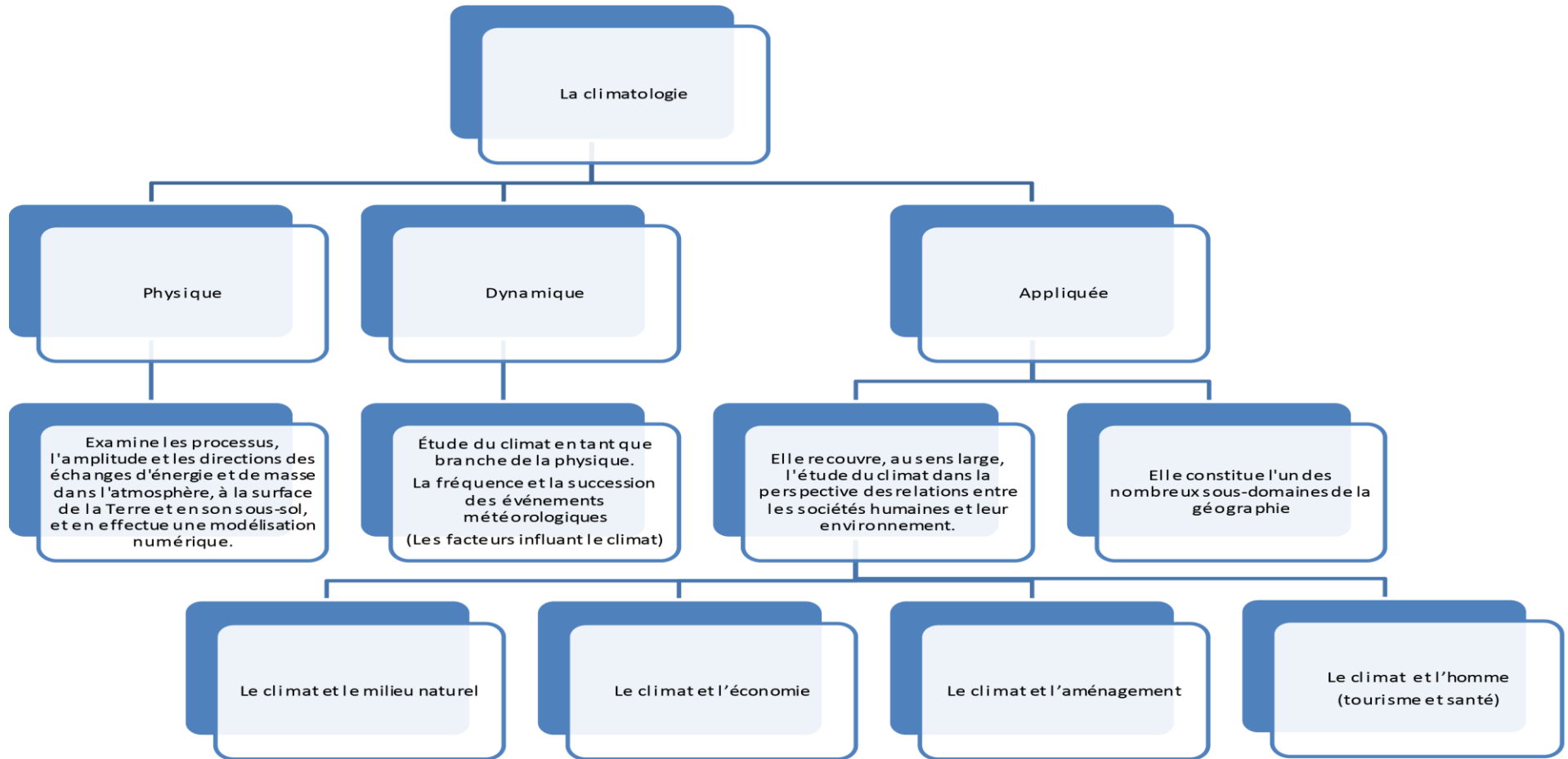
3. Notion d'échelle en climatologie

Notion d'échelle en climatologie : On distingue deux grands groupes d'échelles :

- Echelle spatiale.
- Echelle temporelle.

L'échelle spatiale :

- ✓ **Echelle régionale** : c'est une échelle d'espace d'ordre de 100 Km. Les paramètres météorologiques mesurés permettent de mieux la définir. Ce climat régional est influencé par la disposition du relief et la proximité de la mer. (Wilaya)
- ✓ **Echelle topo climatique** : échelle d'espace d'ordre de 10 Km, comme son nom l'indique le climat est fortement influencé par la disposition géographique du relief et l'orientation du site. (Commune)
- ✓ **Echelle microclimatique** : d'ordre de 100m. au sein d'un même topo climat s'emboite une multitude de microclimat. Ex : au niveau d'une parcelle agricole nous avons la proximité d'une haie ou d'une étendu d'eau.



2^{eme} Cours : L'atmosphère

L'atmosphère :

Définition :

- ✓ c'est une couche gazeuse épaisse qui enveloppe la Terre et qui s'étend à plusieurs milliers de Km
- ✓ très dense au niveau du sol et se raréfie avec l'altitude, sans elle la Terre serait soumise à de extrêmes températures, ignore aucun phénomène météorologique et aucune trace de vie.

La composante gazeuse :

L'atmosphère terrestre est un mélange formé de gaz présents en différentes concentrations, ce mélange comprend :

- Azote : 78%
- Oxygène : 21% ·
- Argon : 0.93% ·
- Néon : 0.0018% ·

Gaz carbonique : 0.3%

Ce mélange est constant sauf à 30 ou 40 Km où l'en rencontre l'ozone qu'on appelle « **couche d'ozone** »

Dans l'atmosphère l'eau est le principal élément qu'on rencontre sous ses trois formes (liquide, solide et gazeux). En plus de sa composition gazeuse **on trouve dans l'atmosphère des poussières, des cendres et les cristaux de glace** en quantités variables ; selon leurs sources ces différentes particules en suspensions dans l'atmosphère jouent un rôle important dans la condensation et l'absorption.

Structure verticale :

en fonction de la répartition verticale des températures on distingue 4 couches dans les 500 premières Km de l'atmosphère :

Troposphère : une couche épaisse variante entre 8 Km dans les régions polaires et 17 Km dans les régions équatoriales et la première couche au dessus de la Terre est directement influencée par la température.

La topographie est aussi le siège des phénomènes météorologiques, notamment les nuages et les précipitations, elle présente des caractères originaux :

- Elle est agitée de mouvements verticaux et horizontaux
- L'air y est constamment en mouvement brassé par le transport thermique issu du réchauffement inégal de notre planète par le soleil.
- Les auteurs subdivisent la **troposphère en deux grandes parties : La couche basse (zone de frottement) et la couche libre (troposphère libre).**

La troposphère se compose de gaz permanent, gaz variable et suspensions solides tel que des cendres, les microchimiques et les micros organiques. Sa température décroît régulièrement de $0.65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ entre le sol et 2 à 3 Km, on observe des inversions. On dit qu'il y a inversion thermique lorsque la température augmente ou reste constante au lieu de décroître quand on s'élève dans l'atmosphère, au dessus la température décroît jusqu'au niveau de la tropopause : c'est la forme de transition qui sépare la troposphère de la stratosphère et qui marque également la limite externe de l'influence de la terre sur la température de l'atmosphère. La tropopause est en quelque sorte un plafond au-delà du quel l'atmosphère est transparente et relativement calme.

- ✓ **Stratosphère** : s'étend au-delà de la tropopause et peut atteindre 50 Km d'altitude, contrairement à la troposphère, sa température croît de bas en haut jusqu'à la stratosphère, elle reste quasi constante jusqu'à 20 Km puis augmente jusqu'au niveau supérieur de cette couche où elle atteint les valeurs moyennes variantes entre 0°C et 20°C . Cette couche chaude est due à la présence de l'ozone qui absorbe une partie des rayons UV du soleil.
- ✓ **Mésosphère et Asthénosphère (thermosphère)** : d'une épaisseur de 35 Km la mésosphère est la couche la plus froide de l'atmosphère à cause de l'absence de capteur d'énergies. L'asthénosphère s'étend entre 80 Km et 300 Km et est de plus en plus chaude vers le haut, on estime du fait de l'absorption du rayonnement solaire par les gaz, la température arrive à plus de 1000°C .