

5^{ème} Cours : les différents indices d'Aridité

Il existe plusieurs indices d'aridité qui permettent d'évaluer le degré de sécheresse climatique à un endroit donné. La sécheresse est un phénomène naturel qui affecte les sols et la végétation sur une durée suffisamment longue.

1. Définition de la sécheresse, l'aridité et la pénurie d'eau

Voici quelques points importants à connaître sur la sécheresse, l'aridité et la pénurie d'eau :

1) La Sécheresse

Le glossaire international d'hydrologie retient deux définitions pour le mot « sécheresse » :

- Sécheresse : absence prolongée ou déficit marqué des précipitations
- Sécheresse hydrologique : période de temps anormalement sec, suffisamment prolongée pour entraîner une pénurie d'eau caractérisée par un abaissement significatif de l'écoulement des cours d'eau, des niveaux des lacs et / ou des nappes souterraines, les amenant à des valeurs inférieures à la normale et / ou à un assèchement anormal du sol.

Le « U.S. Weather Bureau » définit la sécheresse comme " un manque de précipitations si grand et continu qu'il affecte d'une manière nuisible la faune et la flore d'une région, et réduit l'alimentation en eau aussi bien à des fins domestiques qu'agricoles, spécialement dans les régions où les précipitations sont normalement suffisantes pour tous les besoins." (US Department of Commerce s. d.)

Cette définition introduit une notion relativiste de l'événement. La sécheresse résulte ainsi d'un déséquilibre persistant du bilan hydrique par rapport au niveau habituel des termes du bilan.

Pour (Rognon 1983), le mot sécheresse à deux sens :

- **Climatologique** : "période où année pendant laquelle les précipitations sont très inférieures à la moyenne".
- **Hydrologique** : "période où année pendant laquelle les débits sont très inférieurs à la moyenne".
Il ne suffit pas de définir la sécheresse par des critères quantitatifs de total pluviométrique annuel, ni de volume écoulé annuel. D'autres paramètres sont à prendre en compte comme :
 - la durée de la saison humide ;
 - la date de commencement de la saison humide ;
 - la durée de la période déficitaire ;
 - la sévérité du déficit.

2) Aridité :

Climat caractérisé par la faiblesse des précipitations moyennes annuelles et par le fort déficit de celles-ci par rapport à l'évapotranspiration potentielle, opposé à un climat humide. Concept climatique à référence spatiale (zone aride), l'aridité ne doit pas être confondue avec la sécheresse. En météorologie, l'aridité se réfère à une condition climatique caractérisée par **une faible pluviosité** sur une **longue période**, en revanche, la sécheresse est un phénomène temporaire qui survient lorsqu'une région connaît une période prolongée de déficit de précipitations par rapport à la normale. L'aridité a de fortes implications hydrologiques et édaphiques dont elle est indissociable.

3) Pénurie d'eau :

Infériorité de l'offre d'eau, en quantité et / ou en qualité, par rapport à la demande, entraînant une insatisfaction de celle-ci, un manque d'eau.

2. Les différents types de sécheresses

2.1. La sécheresse météorologique

Les météorologues parlent de sécheresses ou pluviosités mineures, lorsque l'écart relatif par rapport à la moyenne dépasse 20%. La sécheresse est donc un phénomène météorologique qui se produit lorsque les précipitations sont inférieures à la moyenne durant une année ou plusieurs années successives. Il est difficile de préciser le déficit pluviométrique car les moyennes sont trompeuses, particulièrement dans les zones arides où les précipitations totales varient fortement d'une année à l'autre.

2.2. La sécheresse hydrologique

D'une façon générale, on considère la sécheresse hydrologique déclarée lorsqu'on note un important déficit en eau naturelle (pluies, eaux souterraines, écoulements) pour un usage particulier et par rapport à la disponibilité moyenne, ceci sur une surface importante. La sécheresse hydrologique concerne exclusivement la diminution de l'écoulement superficiel dans les cours d'eau.

2.3. La sécheresse agricole

Un indicateur usuel de la sécheresse agricole se trouve dans la mesure de l'humidité disponible dans le sol, pour permettre aux plantes de croître et de se développer. La définition se trouve donc compliquée pour le type de culture, son stade de développement, et les caractéristiques pédologiques de la zone considérée. Néanmoins une question s'impose lorsqu'on parle de sécheresse agricole.

- à partir de quel niveau de déficit hydrique et par rapport à quoi peut-on dire qu'il y a sécheresse ?

Certains auteurs qui ont étudié la sécheresse à partir de données climatiques suggèrent des seuils arbitraires de pluviométrie (10% de la moyenne). Rion et Sequin (1990) précisent la notion de sécheresse agronomique qui devait correspondre aux conditions hydriques responsables d'une chute de la production, de même ils considèrent que la production agricole n'est pas un ensemble simple puisqu'elle rassemble de la matière verte issue directement de la fonction chlorophyllienne, mais aussi des grains.

2.4. La sécheresse édaphique

Elle se définit par la diminution de l'infiltration de l'eau dans les sols et par conséquent de la réserve en eau du sol. La sécheresse édaphique peut être conséquence de la sécheresse météorologie mais dépend aussi du mode d'exploitation des sols.

2.5. La sécheresse pédologique

On la définira comme étant le déficit en eau du sol acide, ceci implique l'effacement des réserves utiles du sol (R.U). On pourra distinguer en fonction des plantes supportées par le sol : la sécheresse agro- climatique (diminution de la production agricole) et la sécheresse bioclimatique (souffrance de la végétation non cultivée, y compris la végétation forestière).

La sécheresse agro - climatique n'est pas ressentie de la même façon selon qu'elle se manifeste ou non, pendant la phase d'installation des cultures.

3. Méthodes d'identifications de la sécheresse climatique

Pour caractériser et identifier la sécheresse, plusieurs indices et méthodes sont utilisés.

3.1. Indice de l'écart à la moyenne (Em)

C'est l'indice le plus utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année. L'écart à la médiane est le plus utilisé par les agro-météorologues. Bien évidemment, quand l'échantillon de données est dissymétrique, la différence entre la moyenne et la médiane est grande. L'écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitation annuelle (Pi) et la hauteur moyenne annuelle de précipitation (Pm).

$$\mathbf{Em = Pi - Pm}$$

L'écart est positif pour les années humides et négatives pour les années sèches. Cet indice permet de visualiser et de déterminer le nombre d'années déficitaires et leur succession.

3.2. Méthode de l'analyse fréquentielle

Cette méthode consiste à classer les séries étudiées dans l'ordre croissant suivant leur probabilité au non dépassement, puis à les diviser en cinq classes, les années comprises dans les 1ères classes sont des années très sèches de fréquence inférieure à 0,15.

- celles de la 2ème classe, de fréquence comprise entre 0,15 et 0,35 sont des années sèches.
- celles de la 3ème classe de fréquence comprise entre 0,35 et 0,65 sont des années normales.
- celles de la 4ème classe de fréquence comprise entre 0,65 et 0,85 sont des années humides.
- et celles de la dernière classe (5ème) sont des années très humides > à 0,85.

3.3. Méthode de déficit en pourcentage de la moyenne annuelle

- l'année considérée est d'une sécheresse modérée, si le déficit varie entre 20 - 40% par rapport à la moyenne annuelle :

- elle est sèche si le déficit varie entre 40-60%.
- elle est très sèche si le déficit varie entre 60-80%.
- elle est hyper sèche si le déficit dépasse 80%.

Cette méthode est utilisée par l'Office National de la Météorologie (O.N.M) Algérie.

3.4. Méthode de Gaston

La classification de Gaston, consiste à calculer l'écart moyen en (%) de la pluviosité de chaque année par rapport à la moyenne de la série, cette classification distingue cinq classes, L'intervalle entre chaque classe correspond à 40% de la valeur moyenne, les classes retenues sont les suivantes :

- pour l'année très sèche 0,1 - 40 %
- pour l'année sèche 41 - 80 %
- pour l'année normale 81- 120 %.
- pour l'année pluvieuse 121- 160 %.
- pour l'année très pluvieuse 161- 200%.
- pour l'année extrêmement pluvieuse > 200%

3.5. Méthode du nombre de l'écart – type

La notion de l'écart type σ (racine carrée de la variance, étant elle-même la moyenne des carrés des écarts des valeurs à leurs moyennes arithmétiques) permet de fixer des seuils caractéristiques au sein d'une distribution. Ainsi sur une courbe parfaitement gaussienne, de part et d'autre de l'axe de symétrie, elle fournit la tendance centrale (moyenne, médiane et mode). Ces seuils bornent des intervalles ayant une signification statistique :

- l'intervalle encadré par -5 et +5 renferme 68,3% des valeurs ;
- l'intervalle encadré par - 25 et + 25 renferme 95,4 % des valeurs,
- l'intervalle encadré par - 35 et + 35 renferme 99,7% des valeurs ;

Les déficits pluviométriques seront classés comme suite :

- modérés entre - 25 et -35 ;
- fortement accusés au-delà de -35 ;
- excédent pluviométrique modéré de + 25 à +35 ;
- fortement accusés au-delà de + 35 ;

3.6. Indice de pluviosité (Ip)

C'est le rapport de la hauteur de précipitation annuelle à la hauteur moyenne annuelle de précipitation :

$$\mathbf{I_p = p_i / p_m}$$

Une année est qualifiée d'humide si ce rapport est supérieur à 1 et de sèche s'il est inférieur à 1. Pour situer une pluviométrie dans une longue série de relevés pluviométriques, on utilise l'écart proportionnel à la moyenne (Imp) qui diffère de la pluviosité en soustrayant 1 de cet indice.

$$\mathbf{I_{pm} = I_p - 1}$$

Le cumul des indices d'années successives permet de dégager les grandes tendances en faisant abstraction des faibles fluctuations d'une année à l'autre. Quand la somme des indices croît, il s'agit d'une tendance humide. La tendance est de type " sèche" dans le cas contraire.

3.7. Indice Standardisé de Précipitation

L'indice standardisé de précipitation « SPI » (Standardized precipitation index) a été développé en vue de caractériser les déficits de précipitations pour une période donnée (Mckee et al., 1993). Il prend en considération l'importance du temps dans l'analyse de la disponibilité des ressources en eau. En effet, la période de temps sur laquelle le déficit des précipitations est accumulé devient extrêmement importante pour séparer entre les différents types de sécheresses (Mckee et al., 1995). Il peut être calculé à différentes échelles de temps (1, 3,6, 12, 24 et 48 mois) afin de refléter l'impact de la sécheresse sur les différentes ressources en eau (Hayes et al., 1999). La formule mathématique de SPI est la suivante :

$$\mathbf{SPI = (P_i - P_m) / \alpha}$$

Avec :

- P_i : Précipitation de l'année i (mm)
- P_m : Précipitation moyenne de la série (mm)
- σ : Déviation standard ou écart type (mm)

Les classes de sévérité sont définies arbitrairement (Mckee et al., 1993). En utilisant les seuils de sévérité établis par la méthode de nombre d'écart type, (Aghrab, 2003) a établi une nouvelle classification de SPI qu'il a nommé SPI corrigé ou SPIc. Cette nouvelle classification est présentée dans le tableau suivant :

Tableau : classification des valeurs d'après SPI

Valeurs du SPI	Classes
Plus de 2.0	Extrêmement humide
1,5 à 1,99	Sévèrement humide
1,0 à 1,49	Modérément humide
-0,99 à 0,99	Proche de la normale
-1.0à -1,49	Modérément sèche
-1,5 à -1,99	Sévèrement sèche
Moins de -2,0	Extrêmement sèche