

1 L'analyse des données climatiques

La démarche consiste à proposer une analyse cartographique et statistique des observations climatiques à travers les mesures conventionnelles et satellitaires. L'étude de la dynamique du climat revêt deux aspects :

- un aspect analyse de la dynamique spatiale du climat à partir de la cartographie des champs moyens et la régionalisation des paramètres climatiques, d'une part ;
- un aspect étude de la variabilité climatique à partir de la cartographie des valeurs décennales, la recherche de tendance et la détection de rupture dans les séries, d'autre part.

L'analyse des paramètres climatiques autres que la pluviométrie ne porte essentiellement que sur la température, la durée d'insolation, l'humidité relative, la convection (à partir des données METEOSAT). Un accent particulier sera mis sur la variable pluviométrie qui est l'élément climatique le plus déterminant à nos latitudes.

.1.1 Les conditions climatiques moyennes

1.1.1 La pluviométrie

Comme pour l'ensemble des pays de la zone intertropicale, la pluviométrie est l'élément climatique le plus important compte-tenu de sa très grande variabilité spatio-temporelle.

1.1.1.a La pluviométrie moyenne interannuelle

L'analyse des valeurs moyennes (1950-1998) fait apparaître une inégalité dans la distribution spatiale de la pluviométrie en Côte d'Ivoire (figure 9 ci-après). Une décroissance des hauteurs annuelles et du nombre de jours de pluie annuelle est observée, du littoral vers le Nord, suivant un axe (ou gradient) Sud-Ouest/Nord-Est. Cette distribution spatiale s'explique par l'effet de continentalisation, du fait de l'appauvrissement en eau de la masse d'air porteuse de précipitation au fur et à mesure de son avancée à l'intérieur des terres. Liée à la présence de reliefs prépondérants dans l'Ouest du pays, on note l'existence d'un second axe de décroissance Ouest-Est. En effet, à latitude égale, les régions montagneuses de l'Ouest reçoivent plus de hauteurs d'eau (de l'ordre de quelques centaines de millimètres) que celles situées à l'Est.

Deux grandes régions pluviométriques peuvent être distinguées de part et d'autre de l'isohyète 1 400 mm qui marque généralement la limite Nord des climats tropicaux pluvieux. Pour Lauer, 1991 cité par Anhuf, 1993, la frontière Nord de la forêt dense humide est atteinte à un niveau de précipitations annuelles égal à environ 1400 mm.

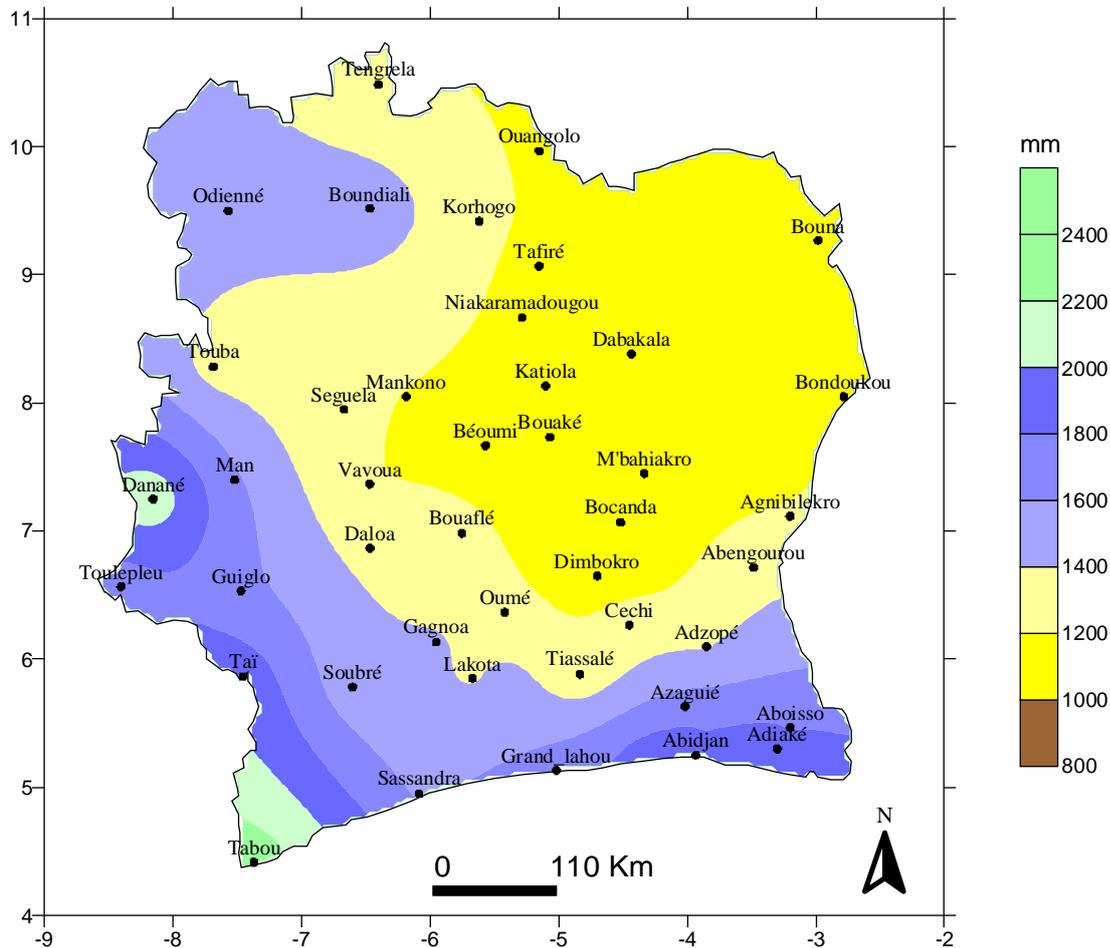
1.1.1.a.1 Distribution spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle au sud de l'isohyète 1 400 mm (Sud forestier)

Les régions les plus arrosées (hauteur moyenne annuelle supérieure à 1 800 mm) sont : la bande littorale Est s'étendant de Dabou à la frontière ghanéenne, la côte Ouest de San Pedro à Tabou et l'arrière pays forestier le long de la frontière libérienne. La partie du littoral comprise entre Sassandra et Jacquville reçoit en revanche des hauteurs moindres (entre 1 600 et 1 800 mm). Sur le reste de la région les hauteurs vont en décroissant du Sud vers le Nord (de 1 600 à 1 400 mm par an).

Cette répartition inégale des précipitations à l'échelle du Sud de la Côte d'Ivoire est principalement due à l'influence positive du plateau d'Ashanti sur la bande littorale Sud-Est (ASCENA, 1979). De la même façon, dans le Sud-Ouest du pays, les reliefs de la dorsale guinéenne, en s'opposant à la pénétration du flux de mousson et en provoquant le

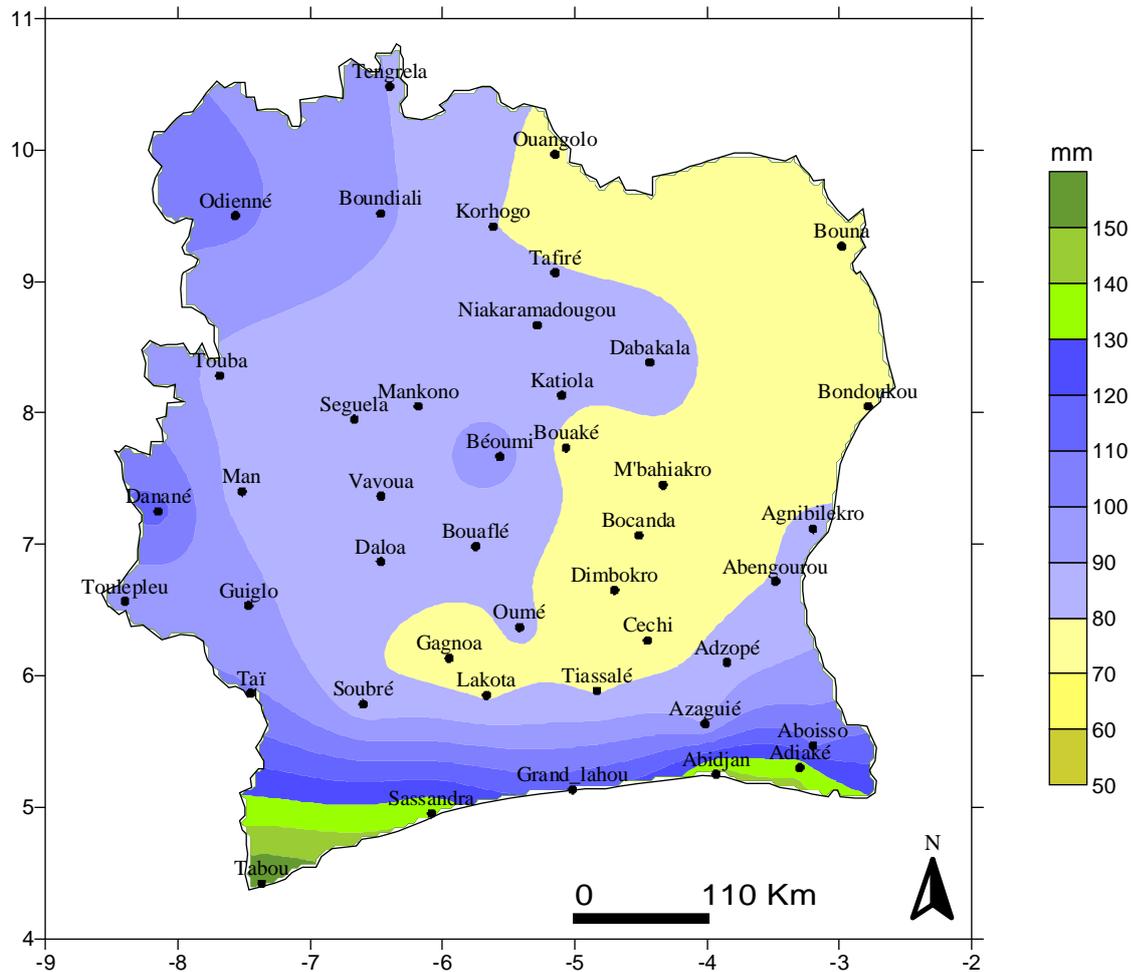
soulèvement des masses d'air humide, entretiennent la forte pluviométrie enregistrée sur ces territoires. L'orientation de la côte est également un facteur à prendre en compte dans l'explication de la distribution spatiale des précipitations sur le littoral. En effet contrairement au littoral Centre, les secteurs Ouest et Est du littoral sont orientés perpendiculairement au flux de mousson et reçoivent proportionnellement plus de précipitations (Eldin., 1971).

Figure 1 : Hauteur pluviométrique moyenne par an de 1950 à 1997



La cartographie des événements pluviométriques les plus importants observée en 24 heures au cours d'une année (figure 10 ci-après) donne une idée de la répartition spatiale de l'intensité des activités pluvio-orageuses. Cette répartition reste proche de celle des hauteurs annuelles. C'est toujours sur les côtes Est (Adiaké) et Ouest (Tabou) que les pluies de 24 heures sont les plus abondantes. Dans ces deux secteurs, les hauteurs de pluies enregistrées en une journée peuvent dépasser largement les 150 mm. La région montagneuse de l'Ouest qui compte parmi les plus arrosée du pays enregistre également des valeurs importantes. Les pluies journalières peuvent atteindre dans cette région des hauteurs comprises entre 100 et 130 mm. Sur l'arrière pays immédiat des espaces côtiers, les pluies journalières maximales annuelles s'affaiblissent régulièrement jusqu'à la latitude de Tiassalé-Gagnoa-Cechi où elles ne dépassent plus 80 mm.

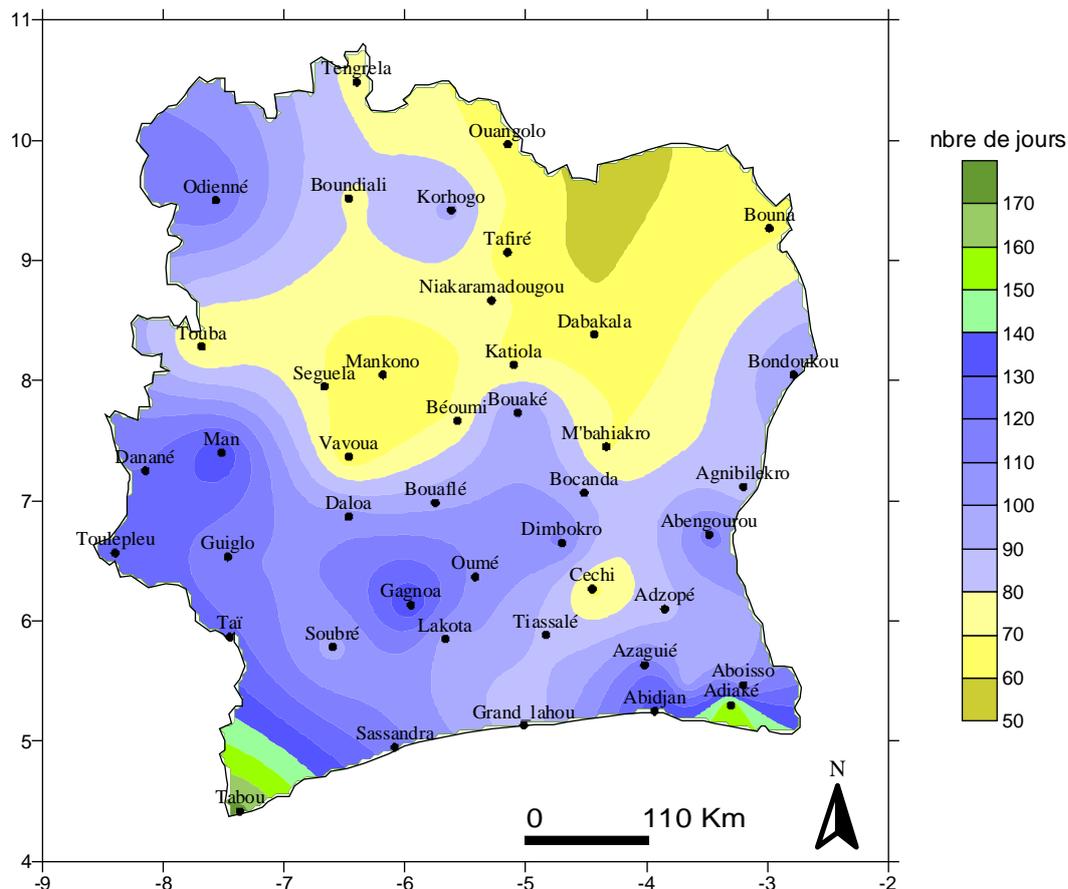
Figure 2 : Hauteur pluviométrique journalière extrême au cours d'une année – moyenne de la période 1950 à 1997



Le nombre total annuel de jours de pluie (figure 11 ci-après) est proportionnel aux hauteurs d'eau précipitées annuellement. Il est donc maximal dans les coins Sud-Ouest (Tabou) et Sud-Est (Adiaké) avec des valeurs supérieures à 170 jours de pluies. La diminution du nombre de jours de pluies de la côte vers l'intérieur des terres ne se fait pas de façon régulière comme dans le cas des hauteurs moyennes annuelles. Des discontinuités spatiales sont en effet rencontrées par endroit. Le gradient pluviométrique décroissant est en effet perturbé à l'approche de la station de Gagnoa (Sud-Ouest) où on note au contraire une augmentation du nombre annuel de jours de pluie, puis à nouveau une baisse continue des valeurs après cette localité. Ces particularités spatiales liées à des conditions climatiques locales sont également observées autour de la station de Cechi à l'Est qui enregistre moins de 70 jours de précipitation dans l'année alors que Abengourou et Bocanda plus au Nord en reçoivent plus (au moins 100 jours de pluie).

La cartographie du nombre total annuel de jours de pluies peut dans certains cas surestimer le niveau de pluviosité d'une région. En effet, dans la mesure où toutes les pluies sont prises en compte dans le décompte, le nombre peut être important même si une partie non négligeable des pluies dépasse à peine 0,1 mm (valeur seuil retenue par l'OMM pour enregistrer un événement pluvieux). Pour donner une idée beaucoup plus réaliste de la distribution spatiale du nombre de jours de pluie, on n'a tenu compte que des événements pluvieux importants. Nous avons retenu 50 mm comme valeur seuil.

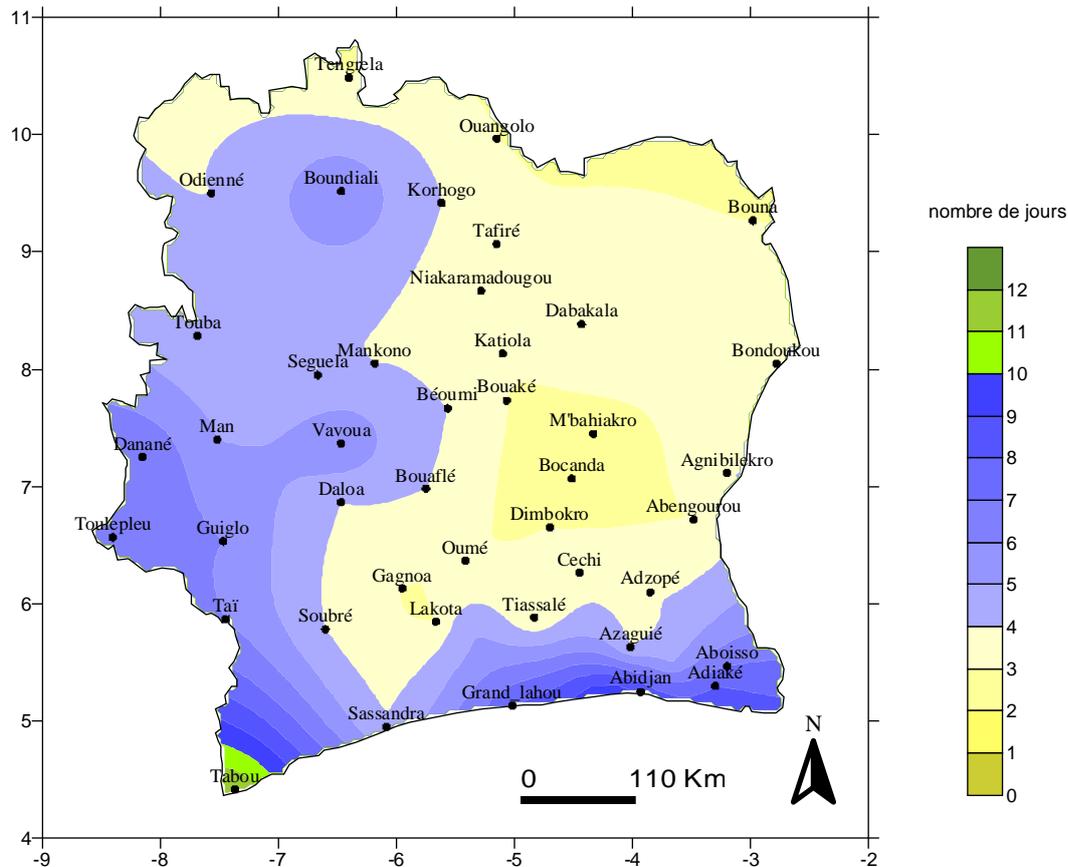
Figure 3 : Nombre de jours de pluie par an sur la période 1950-1997



L'analyse de la carte du nombre annuelle de jours de pluies supérieures à 50 mm (figure 12 ci-après) permet de distinguer trois secteurs dans le Sud forestier ivoirien :

- le premier secteur concerne le littoral (limité à l'espace côtier), à l'exception du littoral Centre. Dans cette région, le nombre d'événements pluvieux supérieurs à 50 mm est le plus important du pays. Le nombre de jours dépasse largement 9 dans l'année, le maximum étant atteint sur le littoral Sud-Ouest à Tabou avec plus de 11 jours de pluies supérieures à 50 mm. Par sa proximité à la mer, le littoral est une zone très favorable aux précipitations de forte intensité de type orageux. Les plus fortes valeurs sont toujours enregistrées aux extrémités Ouest et Est du littoral, là où l'orientation perpendiculaire de la côte par rapport aux flux rentrant est le plus net.
- le deuxième secteur est le secteur montagneux Ouest dans son ensemble avec un prolongement vers le Centre-Ouest à la latitude de Daloa. Les valeurs annuelles sont inférieures à celles du secteur précédent. 4 à 9 jours de fortes précipitations sont enregistrées en moyenne sur ces élévations.
- sur le reste du territoire, marquée par l'absence de relief dominant, le nombre d'événements pluvieux supérieurs à 50 mm est faible. Ce nombre est compris en 3 et 4. Le secteur Centre-Est, enregistre les plus faibles valeurs autour de M'bahiakro, Bocanda, Dimbokro. Le relief en forme de cuvette de ce secteur est certainement à l'origine des faibles niveaux de précipitations qui y tombent.

Figure 4 : Nombre de jours de pluie supérieure à 50 mm au cours d'une année- moyenne de la période 1950-1997



1.1.1.a.2 Distribution spatiale de la pluviométrie moyenne annuelle au Nord de l'isohyète 1400 mm (dans le Centre et le Nord)

Dans cette région, la distribution des pluies annuelles se fait principalement suivant un gradient Ouest-Est. En effet, on passe progressivement des secteurs faiblement arrosés du Nord-Est (entre 1 000 et 1 200 mm à Bouna), aux ambiances plus humides des milieux montagneux de l'Ouest, avec 1 600 mm par an en moyenne à Odienné. Cette augmentation des précipitations est régulière jusqu'aux premiers reliefs des environs de Touba, Séguéla et Vavoua, puis elle s'accroît rapidement sur les espaces montagneux situés à l'Ouest de la ligne Touba-Daloa. Cette influence positive des accidents de reliefs, s'observe également dans le Centre du pays. En effet sur la carte des isohyètes moyennes annuelles, on observe un resserrement des isohyètes entre Bouaflé et Tiébissou, provoqué par la chaîne Baoulé.

La distribution spatiale des événements pluviométriques journaliers les plus importants se fait suivant ce même gradient Ouest-Est. En effet, la hauteur pluviométrique journalière la plus importante de l'année qui atteint à peine les 80 mm dans le Nord-Est et le Centre-Est du pays, dépasse largement les 100 mm au niveau des confins Nord-Ouest à la longitude d'Odienné. Cette évolution spatiale se fait lentement, les courbes iso valeurs étant très lâches. L'analyse de la distribution spatiale du nombre annuel de jours de pluie (figure 11 ci-avant) confirme cette croissance de la pluviosité d'Est en Ouest. Un faible nombre de jours pluvieux est en effet observé sur le quart Nord-Est du pays. Les stations de Bouna, de Dabakala et de Tafiré qui sont comprises dans cet espace n'enregistrent pas plus de 80 jours de pluies dans l'année. Les valeurs les plus faibles (moins de 60 jours pluvieux) sont atteintes dans un espace limité par les stations de Bouna, Dabakala et Ouangolodougou. Contrairement aux hauteurs annuelles, on observe au niveau du nombre d'événements pluvieux deux types d'évolution

spatiale d'Est en Ouest. Jusqu'à Boundiali, les isohyètes sont assez lâches, ce qui dénote d'une évolution spatiale peu rapide. Cette évolution spatiale est également irrégulière dans la mesure où elle est marquée par des baisses et des remontées du nombre de jours de pluies, comme c'est le cas entre les stations de Tafiré et de Korhogo. A partir de Boundiali et à l'approche des massifs montagneux du Nord-Ouest (à Odienne), une croissance régulière et rapide du nombre de jours de pluie est observée, le caractère beaucoup resserré et régulier des isohyètes l'indique bien.

En ne considérant que le nombre d'événements ayant une hauteur d'au moins 50 mm, on note des variations spatiales Est-Ouest peu significatives, marquées par une légère augmentation d'Ouest en Est. Le nombre de jours de pluies supérieures à 50 mm ne dépasse pas 6. Les valeurs les plus faibles (moins de 3 jours) sont obtenues dans le Centre autour des stations de Dimbokro, de Bocanda et de M'bahiakro, marquées par une topographie de cuvette localisée à l'Ouest des chaînes de collines Baoulé. C'est dans le Nord-Ouest, où les effets orographiques des massifs montagneux de la région sont susceptibles d'influencer positivement les phénomènes pluvieux orageux, que les valeurs sont les plus importantes. Dans un espace compris entre Odienné, Korhogo, Mankono, Seguela et Touba, les valeurs atteignent 5 et sont proches de 6 dans certains cas comme à Boundiali.

1.1.1.b Pluviométrie mensuelle

La distribution spatiale des pluies mensuelles (figure 13, 14 et 15 ci-après) suit globalement un gradient décroissant Sud/ Nord d'octobre à juin. Au cours de cette période, les pluies les plus importantes sont enregistrées dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Par exemple pendant le mois de juin, les hauteurs pluviométriques dépassent les 500 mm sur la côte, alors qu'ils atteignent à peine les 125 mm dans le Nord. A partir du mois de juillet, le gradient s'inverse (gradient croissant Sud-Est / Nord-Ouest). Les valeurs les plus fortes sont enregistrées en ce moment dans le Nord. Au mois d'août par exemple, de faibles hauteurs de précipitations sont enregistrées sur la côte (inférieures à 50 mm) tandis que le maximum est atteint dans les stations de Tengrela et Odienné à l'extrême Nord.

Ce comportement spatial de la pluviométrie mensuelle au cours de l'année (décrit ci-dessus) autorise une division de la côte d'ivoire en deux régimes pluviométriques. Ces deux régimes correspondent en fait au régime équatorial de transition à quatre saisons en Côte d'Ivoire forestière (au Sud) et au régime tropical humide à une saison en région de savane soudanienne (au Nord).

Figure 5 : Hauteurs pluviométriques mensuelles de quelques mois caractéristiques- moyenne de la période 1950-1997

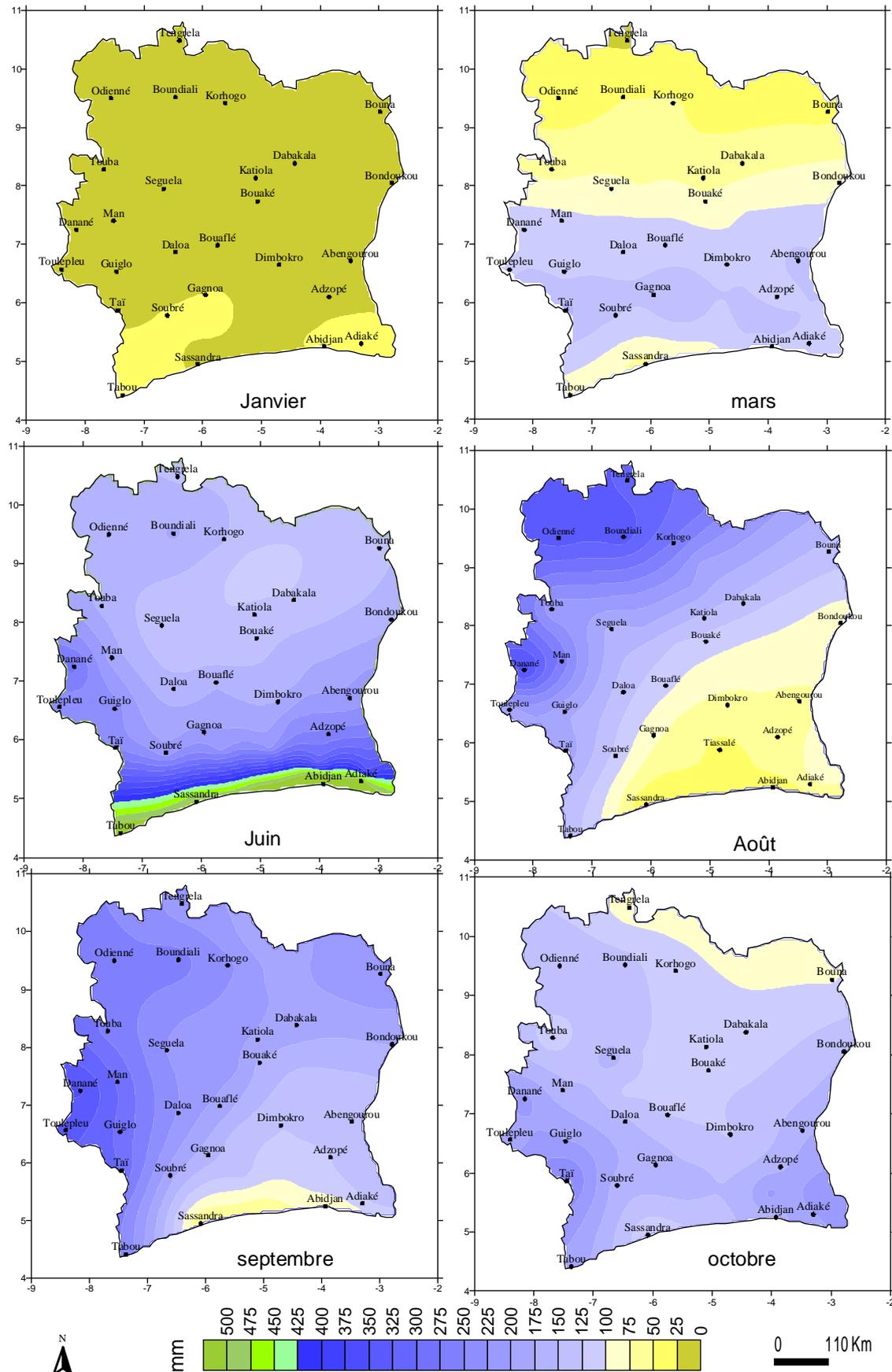
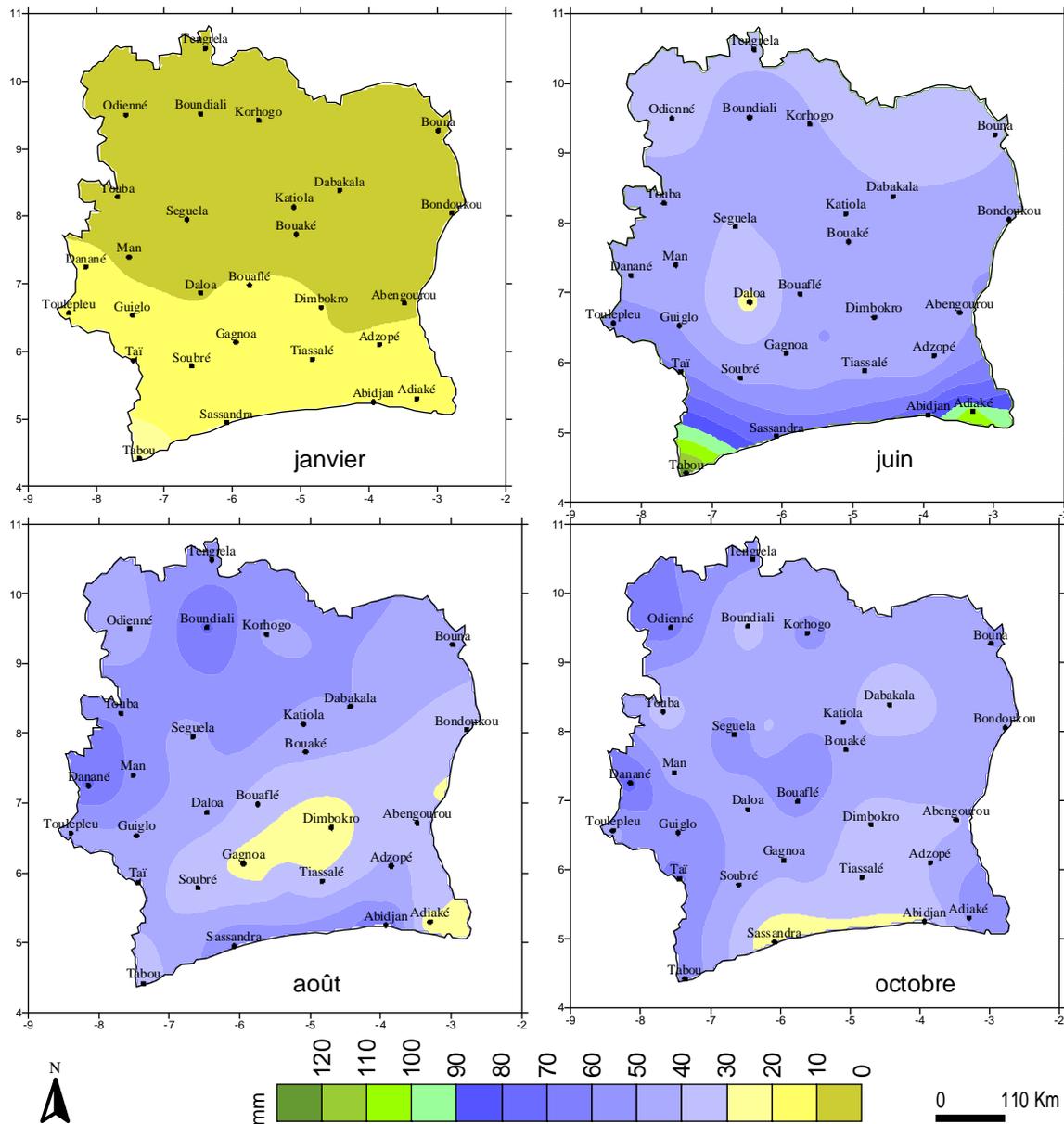


Figure 6 : Hauteur pluviométrique journalière extrême de quelques mois caractéristiques - moyenne de la période 1950- 1997



1.1.1.b.1 *Distribution spatiale des pluies moyennes mensuelles dans le Sud de la Côte d'Ivoire*

Les moyennes pluviométriques mensuelles permettent de distinguer trois types de mois dans cette partie du pays :

- Les mois à faible pluviométrie (hauteur moyenne mensuelle inférieure à 100 mm).

Il s'agit des mois de décembre, janvier, février. Ces mois marquent la grande saison sèche dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Le nombre de jours de pluie reste faible, ne dépassant pas 4 (figure 15 ci-après). Au cours de ces mois, les événements pluviométriques journaliers enregistrés sont également insignifiants. La hauteur journalière maximale pour chacun des mois n'atteint pas les 20 mm (figure 14 ci-dessus).

Le mois d'août est également un mois à faible pluviométrie dans le Sud de la Côte d'Ivoire. Cette période de l'année correspond en fait à la petite saison sèche. En dehors du secteur Sud-Ouest et du milieu montagnard, avec un prolongement vers le Centre-Ouest, la hauteur moyenne mensuelle est inférieure à 100 mm (figure 14). Les secteurs les plus touchés par ces

faibles précipitations sont ceux situés à l'Est et sur la partie du littoral allant de Adiaké à Sassandra. Globalement, cette distribution spatiale est également observée au niveau du nombre mensuel de jours de pluie. De faibles valeurs (moins de 8 jours) enregistrées sur la majeure partie de l'Est de la zone forestière, on passe progressivement à de fortes valeurs en direction de l'Ouest, le maximum étant atteint dans l'Ouest montagneux à Man et sur le littoral Sud-Ouest à Tabou. Dans ces stations, le nombre de jours de pluie excède 20 jours (figure 15 ci-après). Mais, en fait, toutes ces pluies sont des pluies légères. En effet, en dehors des stations de Man et de Danané dans l'Ouest montagneux, aucune station n'enregistre un événement pluvieux-orageux supérieur à 50 mm. Sur la majeure partie du Sud forestier, la pluie journalière maximale de ce mois reste comprise entre 30 et 50 mm.

- Les mois à pluviométrie intermédiaire (hauteur moyenne mensuelle entre 100 à 200 mm).

Les mois de mars et avril sont des mois intermédiaires qui annoncent généralement l'arrivée de la grande saison pluvieuse. L'augmentation du niveau des précipitations est sensible sur l'ensemble de la zone forestière. Seul le littoral Ouest de Sassandra à Tabou enregistre encore au mois de mars des précipitations inférieures à 100 mm. Au cours de ces mois, le nombre de jours de pluie connaît également une hausse, comparativement au mois précédent. Au cours du mois de mars, cette hausse est limitée au secteur montagnard avec les stations de Man, Danané, à quelques stations du Sud-Ouest dont celle de Gagnoa, et au coin Sud-Est du littoral avec les stations d'Abidjan et Adiaké. Le nombre de jours de pluie atteint dans ces secteurs plus de 8 (figure 15 ci-après). C'est surtout à partir du mois d'avril que l'augmentation du nombre de jours de pluie devient véritablement sensible sur la quasi-totalité du Sud forestier ivoirien. Au cours de ce mois, la courbe d'iso valeur du nombre de jours de pluie inférieure à 8 et l'isohyète 100 mm sont rejetés au Nord de la zone forestière. Les événements pluviométriques journaliers commencent également à devenir importants. Les hauteurs pluviométriques journalières au cours de ces mois peuvent dépasser les 40 mm. Au mois de mars cette situation reste principalement localisée à l'Ouest.

Les mois de septembre et d'octobre comptent également parmi les mois de pluviométrie modérée. Cette période de l'année correspond à l'installation de la deuxième saison des pluies (ou petite saison des pluies) dans le Sud forestier ivoirien. La majeure partie de cette zone reçoit des précipitations comprises entre 100 et 200 mm par mois. Le nombre mensuel de jours de pluie confirme l'installation de cette saison des pluies. La quasi-totalité des stations enregistre au moins 8 jours de pluie, alors qu'au mois d'août, très peu d'événements pluvieux étaient notés à l'Est du pays (figure 15 ci-après). L'importance de ces événements pluvieux journaliers varie d'Est en Ouest. Dans le quart Sud-Est du pays, les hauteurs journalières dépassent à peine les 40 mm alors qu'elles atteignent 60 mm à l'Ouest. Pour la partie de la côte allant d'Abidjan à Sassandra, la petite saison sèche du mois d'août se prolonge durant le mois de septembre, les hauteurs précipitées restant encore inférieures à 100 mm.

- Les mois de forte pluviométrie (hauteur moyenne mensuelle entre 200 et 600 mm).

Les mois de mai, juin et juillet, sont les plus pluvieux de l'année en région forestière ivoirienne. Les hauteurs de pluie les plus importantes sont enregistrées sur la côte. Cette situation est plus remarquable au mois de juin où les pluies enregistrées dans cette région excèdent les 500 mm. Sur le reste de la zone forestière, ces hauteurs de pluies diminuent progressivement suivant un axe Nord Sud. Le caractère très pluvieux de ces trois mois ainsi que l'étendue de la période, comparativement à la saison pluvieuse de septembre-octobre, permet de qualifier cette première saison pluvieuse de " grande saison pluvieuse ". Mais la durée de cette saison pluvieuse n'est pas la même partout. Si elle dure 3 mois sur une grande partie du Sud forestier, un groupe de stations localisées au Sud-Ouest (Gagnoa), au Centre (Dimbokro, Bouaflé) et à l'Est n'ont que deux mois de fortes précipitations, celles-ci étant faibles au mois de juillet (moins de 100 mm). Le nombre d'événements pluvieux est un fait

marquant de cette saison de pluie. Au moins 10 jours de pluie sont enregistrés sur la presque totalité du Sud forestier ivoirien. Le record est détenu par le mois de juin, mois le plus pluvieux de l'année, où l'on observe un nombre d'événement pluvieux allant de 14 dans l'arrière pays forestier à plus de 20 sur la côte. L'ampleur des événements pluvieux constitue également une caractéristique de cette saison. En effet, si au cours de la saison pluvieuse de septembre octobre, très peu de stations enregistraient des pluies de 24 h supérieures à 50 mm, au cours de celle de mai à juillet, ce seuil est largement atteint quelle que soit la station. C'est sur le littoral, pendant les mois de juin et de juillet que les événements pluviométriques journaliers sont les plus importants. Ils excèdent facilement les 80 mm, approchant les 120 mm par endroit.

1.1.1.b.2 Distribution spatiale des pluies moyennes mensuelles dans le Nord de la Côte d'Ivoire

Les moyennes pluviométriques mensuelles permettent de distinguer trois types de mois dans cette partie du pays :

- les mois de très faible pluviométrie (hauteur moyenne inférieure à 50 mm).

Les mois de novembre, décembre, janvier, février et mars sont les mois les moins arrosés dans le Nord de la Côte d'Ivoire. Les hauteurs pluviométriques enregistrées sont, dans la plus part des cas, inférieures à 50 mm. Les valeurs les plus basses sont observées en décembre et janvier. Au cours de ces mois, aucune station n'enregistre plus de 25 mm de précipitation. Les mois de février et de mars sont caractérisés par une légère augmentation de ces quantités d'eau suivant un gradient décroissant Sud-Nord. Proportionnellement aux hauteurs d'eau précipitées, le nombre de jours de pluies reste faible au cours de ces mois. Pratiquement aucun événement pluviométrique n'est signalé sur l'ensemble de la région Nord au cours des mois de décembre et janvier. Cette situation reste valable en février sur la moitié Nord de la région des savanes. Même si au cours du mois de mars, le nombre de jours de pluie peut atteindre 6, notamment dans la partie Sud de la région des savanes, il s'agit principalement de pluies très légères, pluies dont les hauteurs ne dépassent guère 30 mm.

- Les mois à pluviométrie faible (hauteur moyenne entre 50 mm et 100 mm).

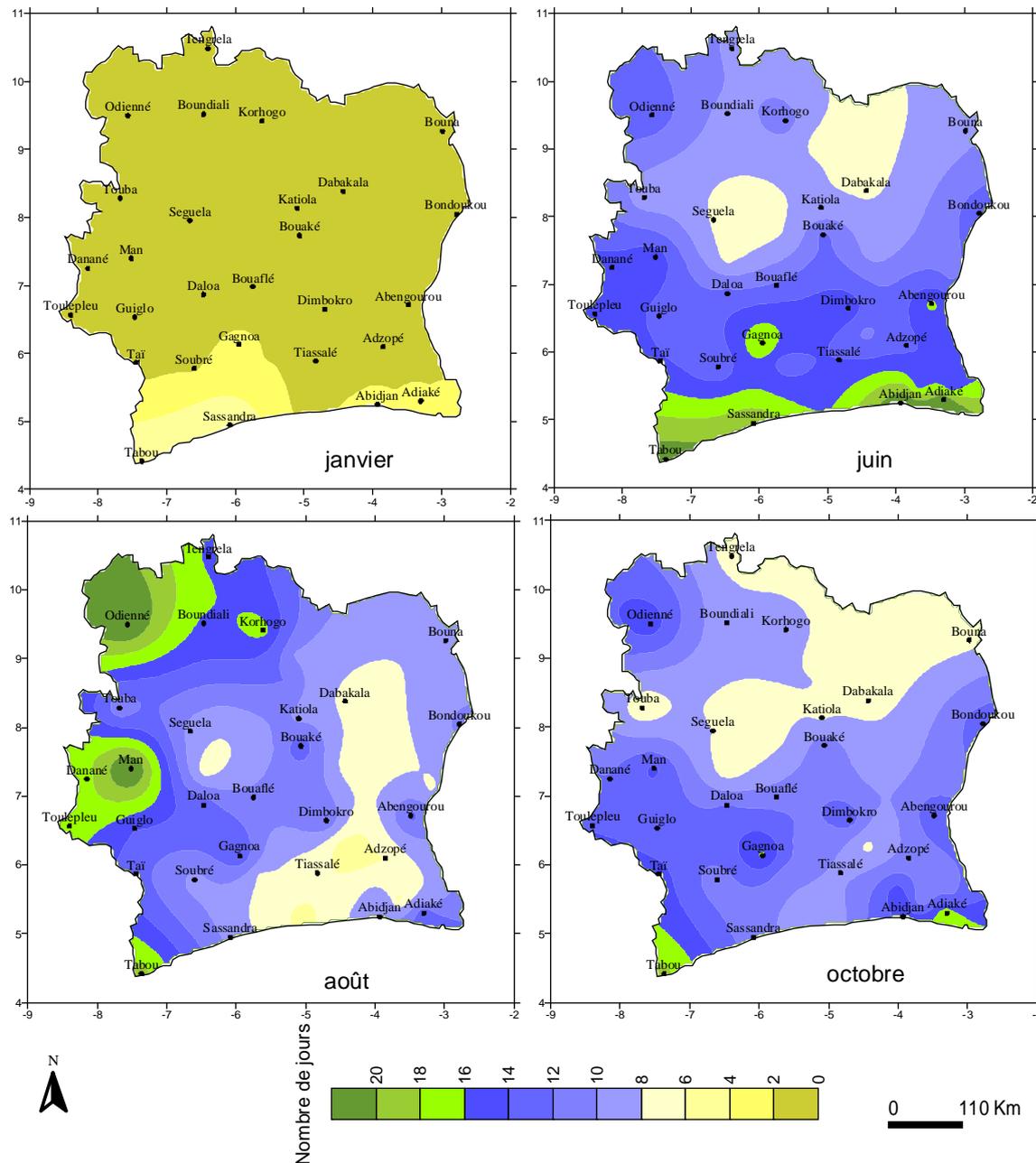
Le mois d'avril est marqué par une légère augmentation des précipitations. La propagation de cette hausse se fait du Sud au Nord. En effet, si au mois de mars, l'isohyète 100 mm est localisé en dessous du 8^{ème} degré de latitude, au mois d'avril, il est balancé à plus de 100 km au Nord. Au Nord de cette limite, au-dessus du 9^{ème} degré de latitude, les hauteurs de précipitations restent inférieures à 100 mm. Le nombre de jours de pluie témoigne aussi du faible niveau de pluviosité observé au cours du mois d'avril. Très peu de jours sont, en effet, pluvieux. Leur nombre total ne dépasse pas 8 dans le mois, surtout dans l'extrême Nord où ils sont limités à 6. Ces rares événements pluvieux qui se produisent au cours du mois d'avril sont de faible importance, les quantités journalières observées étant inférieures à 40 mm.

- Les mois de pluviométrie intermédiaire (hauteur moyenne entre 100 mm et 150 mm).

La migration de l'isohyète 100 mm vers le Nord, observé au mois d'avril, est encore accentuée au cours des mois de mai et de juin, ce qui a pour effet d'augmenter le niveau des précipitations sur l'ensemble de la région de savane. Le nombre de jours de pluie est également en nette progression au cours de cette période de l'année. Insignifiants au cours des mois antérieurs, les événements pluvieux dépassent maintenant 6 dans le mois, surtout dans le secteur semi-montagneux de Nord-Ouest. L'ampleur de cet événement pluvieux reste tout de même peu important, aucune journée n'enregistrant une pluie supérieure à 50 mm. Cette situation est beaucoup plus remarquable au Nord-Ouest où la pluie la plus importante enregistrée au cours du mois de mai ne dépasse pas 10 mm. Le mois d'octobre est également un mois intermédiaire. Il marque la fin de la seule saison humide qui a lieu de juillet à septembre. Il est marqué par le retour vers le Sud de l'isohyète 100 mm. En dehors de

l'extrême Nord, l'ensemble de la région de savane bénéficie encore de précipitation supérieure à 100 mm.

Figure 7 : Nombre mensuel de jours de pluie au cours de quelques mois caractéristiques – moyenne de la période 1950-1997



- Les mois de moyenne et forte pluviométrie (hauteur moyenne entre 150 mm et 400 mm).

Dans la moitié Nord de la Côte d'Ivoire, les mois les plus pluvieux sont ceux de juillet, août et septembre. Ces mois sont au cœur de la saison pluvieuse. Contrairement aux autres mois, la répartition spatiale des hauteurs de pluie se fait suivant un gradient décroissant Nord-Ouest/Sud-Est. Les stations de Odienné, Tengrela, Boundiali et Korhogo sont celles qui reçoivent le plus de précipitations. Les valeurs observées au mois d'août, mois le plus pluvieux avoisinent les 400 mm. Ces mois sont aussi caractérisés par un nombre de jours de pluie important, surtout dans le Nord-Ouest où les valeurs mensuelles dépassent facilement les 14 jours de pluie. Sur le reste de la zone de savane le nombre de jours de pluie va en décroissant du Nord-

Ouest au Centre-Est où on ne compte plus que 10 jours de pluie au maximum. Ces événements pluvieux sont de moyenne importance, les hauteurs d'eau enregistrées au cours d'une journée étant supérieures par endroit 50 mm. Cette situation est surtout observée dans le quart Nord-Ouest en août et septembre.

1.1.2 Les autres paramètres du climat

Les paramètres du climat autre que la pluviométrie, analysés ici, concernent l'humidité relative, la température, la durée d'insolation, l'évapotranspiration potentielle et les champs convectifs (par télédétection). Contrairement au réseau de collecte des données pluviométriques, densément constitué (plus de 200 postes pluviométriques), celui des autres paramètres climatiques est très lâche n'étant composé que de 14 stations principales sur l'ensemble du territoire. Ce faible nombre de stations synoptiques, combiné au caractère onéreux des informations qui y sont relevées, limite l'accès à ces types de données.

1.1.2.a Les températures et la durée d'insolation

Le gradient thermique est orienté grossièrement du Sud vers le Nord (figure 16a ci-après). Un échauffement de l'air est en effet observé au fur et à mesure que l'on progresse vers le Nord. Les températures annuelles les plus basses sont toutefois observées dans la zone montagneuse, à l'Ouest de la Côte d'Ivoire, autour de la station de Man. Les températures les plus fortes sont enregistrées dans l'extrême Nord à Korhogo, mais également dans le secteur Sud-Est de la cuvette de Dimbokro. Les mois les plus chauds de l'année sont ceux de février, mars et avril où, à l'exception du quart Sud-Ouest du pays, toutes les localités connaissent des températures mensuelles supérieures à 27 °C (tableau 4 ci-après). Le pays enregistre ses températures les plus basses en juillet et en août. Sur l'ensemble du pays, celles-ci descendent souvent à 23°C.

La carte des cumuls annuels moyens du nombre d'heure d'insolation (figure 16b ci-après) est proche de celle des températures. Elle montre une répartition suivant le gradient climatique Sud-Nord déjà mis en évidence. La durée annuelle d'insolation varie de 1 700 heures sur le littoral Ouest à San Pedro à plus de 2 700 heures au Nord-Ouest à Odienné. On note une hétérogénéité dans la distribution des valeurs sur le littoral. La partie centrale, comprise entre Abidjan et Sassandra, enregistre des valeurs plus élevées (2 100 heures) que le reste du littoral. Cette distribution spatiale rappelle celle de la pluviométrie évoquée ci-dessus.

La durée d'insolation est plus importante au cours des quatre premiers mois de l'année. On enregistre en effet plus de 240 heures d'insolation pour chacun des mois. Comme pour les températures, c'est en juillet et août que l'on observe les durées d'insolation les plus basses dans l'année (tableau 4 ci-dessous). A l'exception du coin Nord-Ouest, elles sont inférieures à 140 heures par mois. Celles-ci descendent jusqu'à 80 heures dans la majeure partie des stations du Sud au mois d'août. Ces deux mois correspondent à la petite saison sèche dans le Sud marquée par des basses températures de surface de la mer et un ciel couvert.

Figure 8 : Nombre d'heure d'insolation et température annuelle

a- Nombre d'heures totales d'insolation annuelle
moyenne de la période 1960-1997

b- Température moyenne annuelle
moyenne de la période 1960-1997

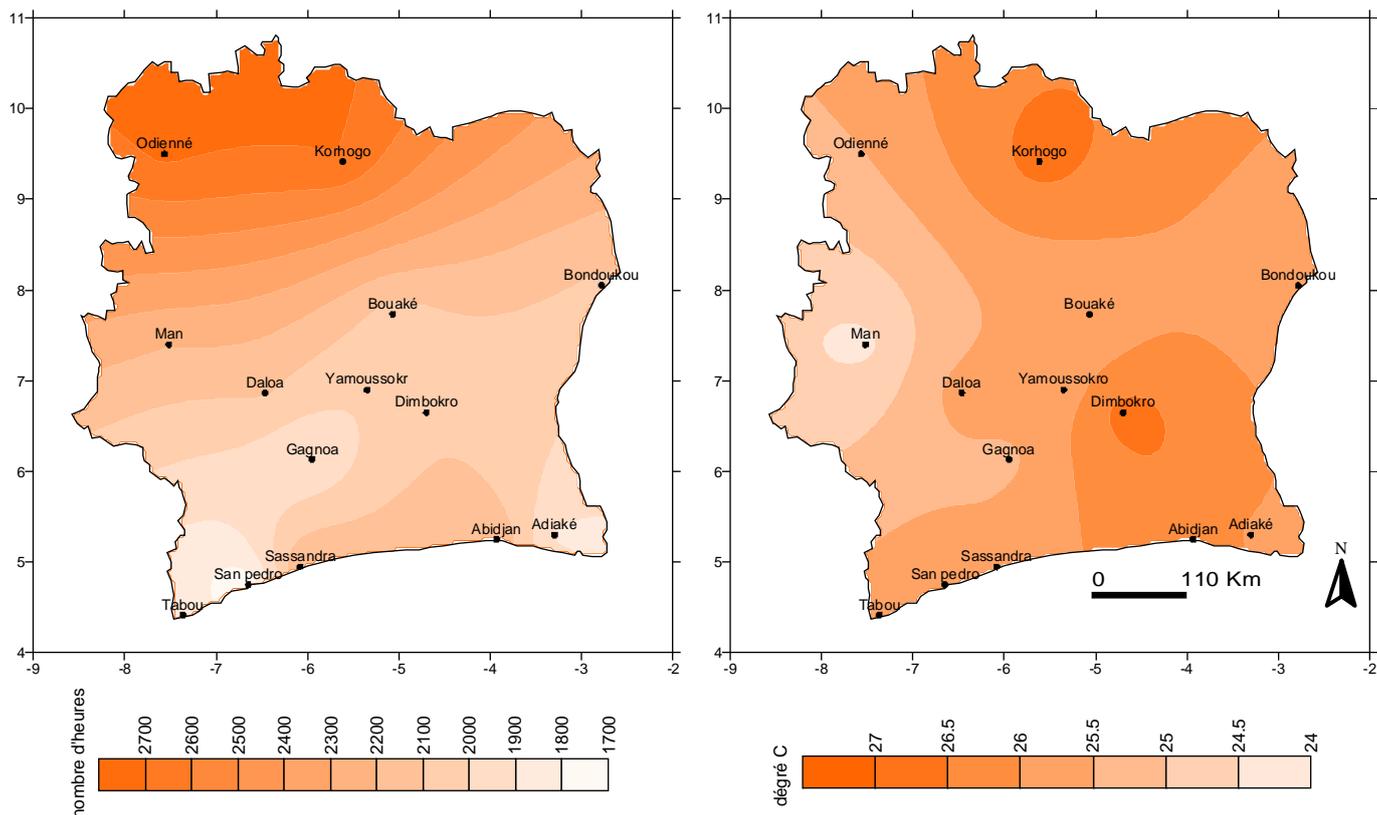


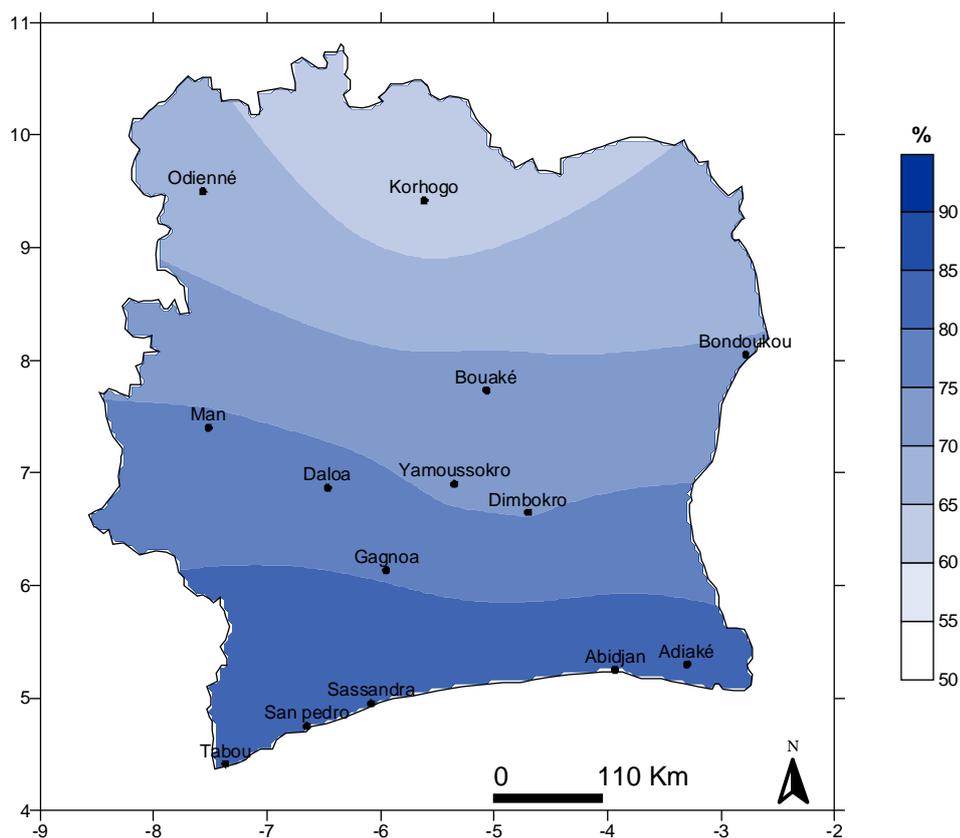
Tableau 1 : Température (°C) et insolation (heures) moyenne de 1977 à 1999

Stations	Paramètres	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	année
Abidjan	Température	26,7	27,5	27,8	27,9	27,5	26,1	24,9	24,0	24,5	26,0	27,3	27,0	26,4
	Insolation	212	206	218	216	202	130	133	110	134	197	221	207	2191
Daloa	Température	25,7	27,2	27,3	26,9	26,4	25,5	24,5	24,4	24,9	25,4	25,6	24,9	25,7
	Insolation	212	204	201	210	209	162	116	111	140	183	181	177	2111
Korhogo	Température	26,6	28,9	29,3	28,7	27,5	25,9	24,9	24,7	24,9	26,0	26,8	26,2	26,7
	Insolation	273	243	230	225	244	209	160	162	183	240	256	258	2690

1.1.2.b L'humidité relative

Lié à l'effet de continentalisation observé dans la distribution spatiale de la pluviométrie, l'humidité relative diminue du Sud vers le Nord (figure 17 ci-dessous). Les valeurs moyennes annuelles varient de 90 % au Sud à 55 % au Nord. Le faible nombre de stations de mesures (15) utilisé dans l'analyse cartographique ne permet pas de comparer avec précision le gradient hygrométrique à celui de la pluviométrie. Au niveau mensuel, le maximum est atteint au cours des mois de juin, juillet et août avec des valeurs dépassant 75 %. Ces valeurs diminuent considérablement au cours des mois de décembre, janvier et février, où, en dehors de l'extrême Sud, elles sont inférieures à 70 %. Celles-ci descendent jusqu'à 35 % dans les confins Nord.

Figure 9 : Humidité relative moyenne par an sur la période 1950-1997



1.1.2.c L'évapotranspiration potentielle

L'ETP est définie comme la demande climatique de vapeur d'eau. Son estimation est faite à partir des formules basées sur un ou plusieurs éléments climatiques. Parmi ces formules, les plus utilisées sont celles de Turc, de Thornthwaite et de Penman. La méthode de Penman, reconnue comme la plus complète d'entre elles dans la mesure où elle intègre toutes les caractéristiques climatiques (Brou, 1997 ; Kimbata, 1991), est celle retenue dans ce travail. Les valeurs interannuelles sont estimées sur l'ensemble du territoire entre 1 200 et 1 800 mm (tableau 5 ci-après). Les valeurs les plus faibles sont enregistrées dans le Sud forestier, notamment sur le littoral et son arrière pays immédiat. Dans cette région, l'ETP annuelle représente 60 à 85 % des quantités d'eau précipitées annuellement, les bilans climatiques annuels y sont donc généralement excédentaires. Liées à l'augmentation des températures et du rayonnement global avec la latitude, de fortes valeurs annuelles sont enregistrées dans la moitié Nord du pays où elles excèdent généralement le total pluviométrique annuel. La variation mensuelle de l'ETP présente, comme les températures, deux maxima plus ou moins nets et deux minima, dont un bien marqué. Les maxima se produisent, pour le principal, presque uniformément en mars (quelques fois en avril) et pour le secondaire en novembre selon qu'on est au Sud ou décembre selon qu'on est au Nord. Les minima s'installent, quant à eux, en août pour le plus marqué et en décembre pour le moins marqué. Le maximum principal varie entre 122 mm à Tabou sur le littoral Ouest et 176 mm à Korhogo dans la région de savane du Nord, Le maximum secondaire entre 109 mm à Gagnoa dans le Sud-Ouest forestier et 142 à Korhogo. Le creux principal est compris entre 89 mm à Adiaké sur le littoral Est et 124 mm à Korhogo. Cette période de l'année correspond à la petite saison sèche du mois d'août dans le Sud du pays marqué de faibles températures (inférieure à 25 °) et au pic de précipitations dans les régions de savanes

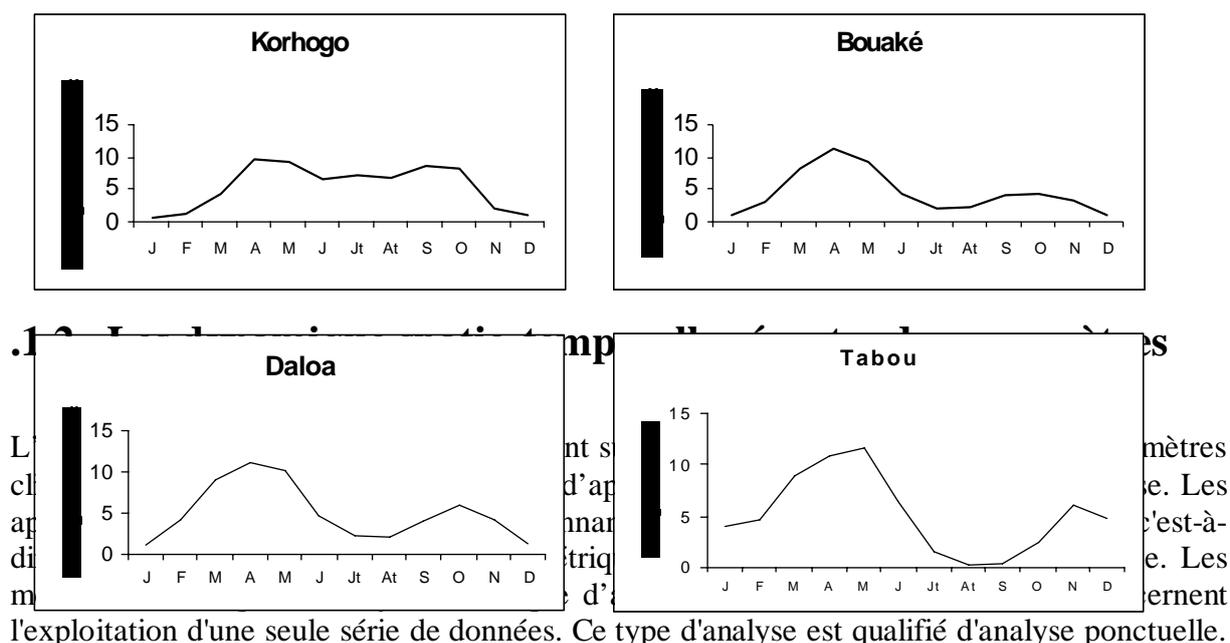
Tableau 2 : Evapotranspiration potentielle moyenne de 1977 à 2000

Régions	Stations	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	Tot.
Littoral	Abidjan	118	128	135	138	124	101	96	90	101	120	126	116	1393
	Adiaké	109	123	129	128	115	92	86	84	89	108	116	105	1284
	Tabou	109	117	123	122	104	92	92	87	92	111	113	105	1267
Intérieur	Abengourou	116	132	144	137	129	112	101	99	105	112	113	109	1409
	Daloa	120	129	134	131	124	108	98	97	104	111	110	101	1367
	Gagnoa	106	116	102	122	109	95	87	88	97	109	102	94	1227
Ouest	Man	110	123	128	127	119	105	95	96	104	111	108	101	1327
Savane	Korhogo	152	166	176	173	156	145	127	124	128	138	139	142	1766

1.1.2.d Les champs convectifs moyens

Le graphique (figure 18 ci-après) de la variation saisonnière moyenne de la convection, réalisé à partir des données METEOSAT sur la période 1992-1999, fait apparaître deux types de régime en Côte d'Ivoire : un régime bimodal dans la moitié Sud du pays et un régime quasi-unimodal au Nord. L'analyse est basée sur l'indicateur " 7 % d'occurrence de nuage à sommet froid ". **L'occurrence de nuages à sommets froids**, c'est la somme des occurrences horaires sur chaque pixel dont la température est inférieure à - 40 degrés C, et normalisée en fonction du nombre d'acquisitions traitées. Dans le Sud, on distingue deux saisons où l'intensité de la convection est forte. 80 à 90 % des orages en Afrique de l'Ouest proviennent de ces nuages à sommet froid, notamment dans la zone soudano-sahélienne (Guillot et al. 1994). La première saison débute en mars et prend fin en juin, tandis que la deuxième s'installe en novembre. Les mois de décembre à février, ainsi que les mois de juillet à septembre sont des mois de faible convection. Sur la côte (Abidjan, Adiaké, Tabou, Sassandra), les valeurs sont quasi nulles en août et septembre. Dans le Nord, le régime est unimodal. La convection est intense sur la période de l'année allant du mois d'avril au mois d'octobre.

Figure 10 : Variation saisonnière moyenne de la convection, 1992-1999



L'exploitation d'une seule série de données. Ce type d'analyse est qualifié d'analyse ponctuelle.

Ces éventuelles fluctuations climatiques détectées seront ensuite confrontées à la dynamique de la couverture végétale.

1.2.1 Cartographie des valeurs moyennes annuelles

1.2.1.a Pluviométries annuelles décennales

Au cours des 5 dernières décennies, la pluviométrie annuelle a baissé de façon notable. Les cartes de la figure 18 (ci-après) décrivent l'évolution des classes délimitées par les courbes isohyètes 800 mm, 1 000 mm, 1 400 mm et 2 400 mm. On s'intéressera à l'isohyète 1400 et 1000 mm qui marquent respectivement la limite Nord des climats équatoriaux et la limite Nord des climats tropicaux humides.

La décennie 1950-1959 est assez pluvieuse. La Côte d'Ivoire est limitée par les courbes isohyètes 2 400 mm sur la position la plus méridionale (à la latitude de Tabou) et 1 400 mm dans le Centre et le Nord-Est. Seules quelques stations du Centre (Dimbokro, Bouaké, Katiola), avec un prolongement vers l'Est, enregistrent des précipitations inférieures à 1 200 mm. Les autres régions intérieures et le compartiment montagneux Ouest reçoivent des précipitations comprises entre 1400 et 2000 mm. Sur le littoral et son arrière-pays immédiat, à l'exception de Sassandra, les hauteurs annuelles dépassent largement 2 000 mm.

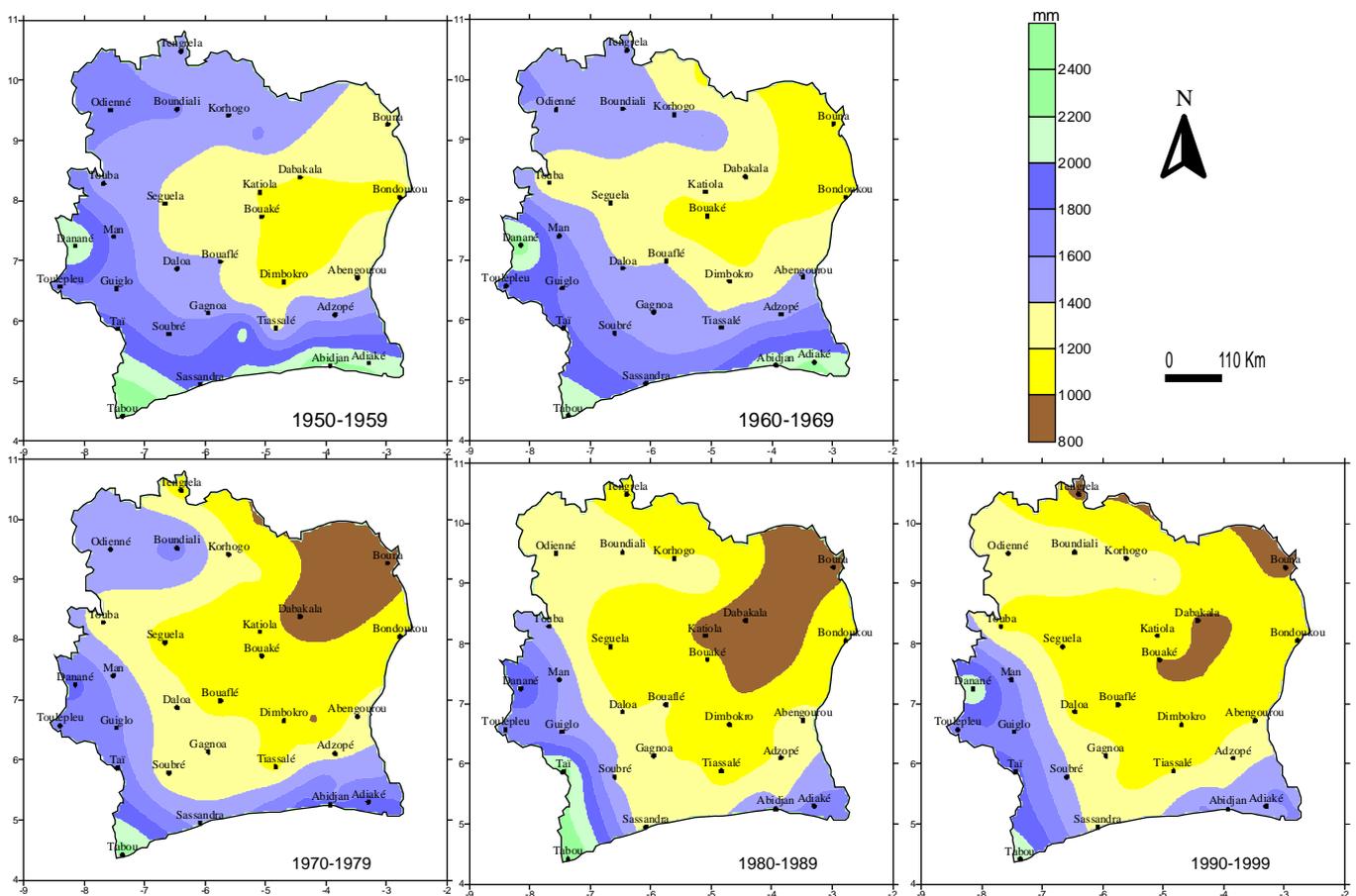
La décennie 1960-1969 reste humide; une légère diminution des quantités de pluies annuelles est observée. Cependant, certaines stations enregistrent une augmentation : Guiglo et Toulepleu à l'Ouest, Adiaké au Sud-Est et Abengourou à l'Est. Elle est aussi marquée par un élargissement de la zone de pluviométrie inférieure à 1 200 mm. Celle-ci occupe au cours de cette décennie une bande allant du Nord-Est au Centre. La zone de pluviométrie inférieure à 1 400 mm s'est, elle aussi, légèrement évasée, se prolongeant vers l'Ouest et vers le Nord.

Au cours de **la décennie 1970-1979** la baisse de la pluviométrie prend une importance particulière en Côte d'Ivoire. Cette diminution concerne la quasi-totalité des stations. La zone de pluviométrie inférieure à 1 400 mm s'évase fortement et occupe plus des 3/4 du pays. Cette translation vers le Sud-Ouest de l'isohyète 1 400 mm s'accompagne de l'apparition dans le Nord-Est d'une zone de pluviométrie inférieure à 1 000 mm (valeur seuil qui indique le passage du climat tropical humide au tropical sec), mais aussi de la disparition presque totale de l'isohyète 1 800 mm. Désormais, seul le littoral Sud-Ouest (Tabou) et Sud-Est (Abidjan, Adiaké) reçoivent des précipitations supérieures à 1 800 mm. Plus au Nord à la latitude de Vavoua, Bouaflé, Cechi, Abengourou et Agnibilekrou, les hauteurs annuelles atteignent rarement 1 200 mm.

Cette diminution de la pluviométrie s'accroît au cours de **la décennie 1980-1989**. La zone de pluviométrie inférieure à 1 400 mm s'élargit encore plus et atteint le littoral Centre au niveau de Sassandra. La zone de pluviométrie inférieure à 1 000 mm connaît au cours de cette période une avancée vers le Centre à la latitude des stations de Bouaké et de Katiola. L'exception vient de l'extrême Sud-Ouest (Tabou et Taï) et de l'Ouest montagneux (Danané). Ces secteurs connaissent une augmentation de leur pluviométrie. A Tabou, par exemple, on a enregistré au cours de cette décennie 2 400 mm contre 2 200 mm au cours de la décennie précédente.

La décennie 1990-1999 n'est que la continuité de la période sèche des années 70 et 80, comme le montrent les cartes de la figure 18 (ci-dessous). Le schéma pluviométrique reste en effet quasi identique. La modification majeure vient du rétrécissement de la zone de pluviométrie inférieure à 1 000 mm. Cette zone se limite désormais aux confins Nord (Tengrela) et Nord-Est (Bouna) et quelques stations du Centre (Bouaké et Dabakala).

Figure 11 : Hauteurs pluviométriques moyenne interannuelle au cours des décennies 1950-1959, 1960-1969, 1970-1979, 1980-1989, 1990-1999

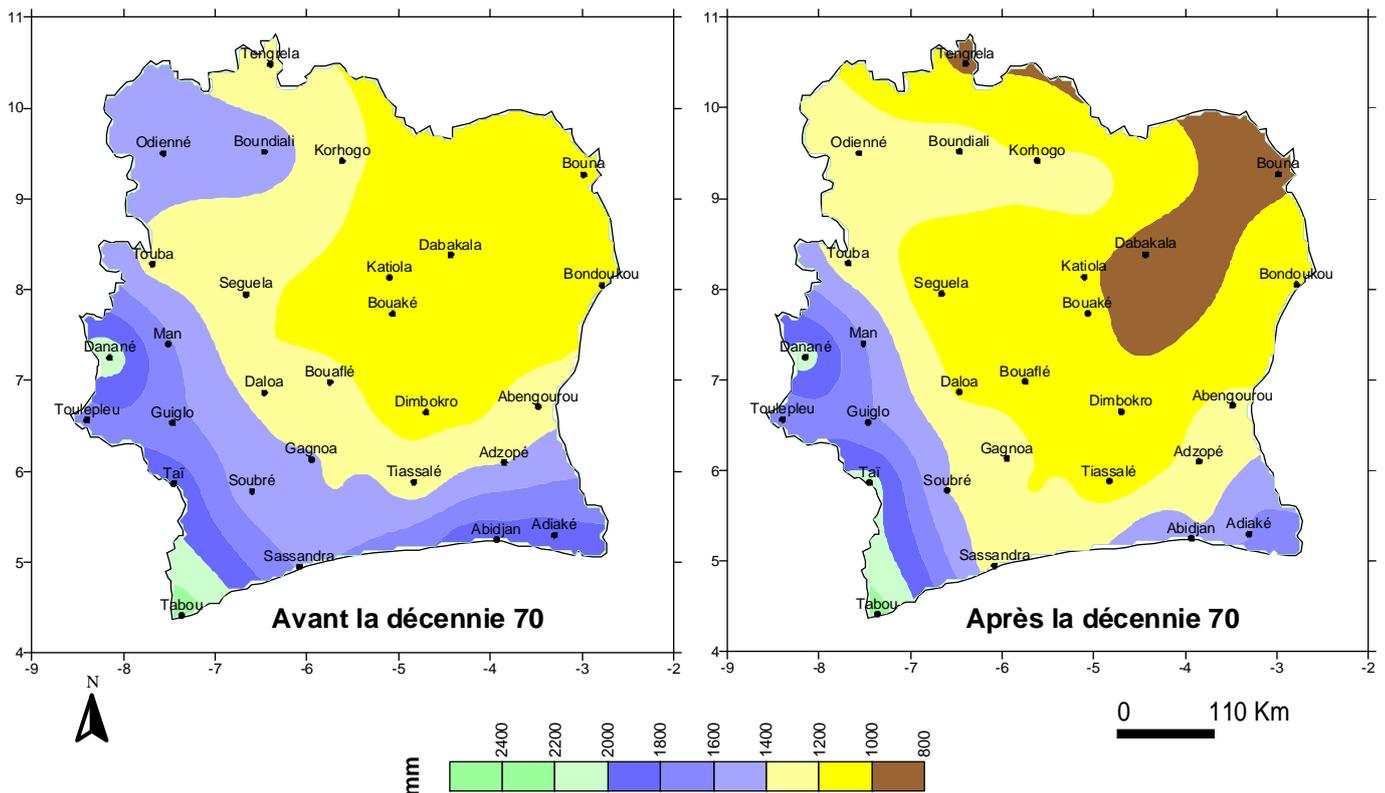


1.2.1.b Pluviométrie moyenne annuelle avant et après la décennie 70

Les cartes de la figure 18 (ci-dessus) qui viennent d'être décrites mettent bien en évidence le fait que la décennie 70 est une décennie charnière entre la période humide des années 50 à 60 et la période déficitaire des années 80 à 90. L'analyse statistique des séries chronologiques permettra, dans les paragraphes suivants, de détecter, pour chaque station, la date de rupture. Mais avant de procéder à cette analyse, il nous paraît nécessaire d'examiner d'un point de vue spatiale, le contraste entre ces deux périodes.

La figure 19 (ci-dessous) révèle, à la suite de la figure 18 (ci-avant), une différence notable dans les hauteurs d'eau précipitées annuellement de part et d'autre de la décennie 70. **La période antérieure à la décennie 70 (1950-1969) est marquée par des niveaux de précipitations annuelles nettement supérieures à 1 000 mm sur l'ensemble du territoire.** A l'exclusion du quart Nord-Est, ces hauteurs d'eau dépassent les 1 200 mm, allant fortement au-delà de 1 400 mm dans tout le Sud forestier et les secteurs montagneux de l'Ouest.

Figure 12 : Hauteurs pluviométriques moyenne annuelle avant et après la décennie 70



Cette situation contraste énormément avec ce qui est observé après la décennie 70 où la plupart des stations enregistre des niveaux de précipitation plus faible que par le passé. En effet, initialement confinée au quart Nord-Est, la zone de précipitation inférieure à 1 200 mm atteint désormais le Centre-Sud (à la latitude de Tiassalé) et le Centre-Ouest (incluant les stations de Bouaflé, de Daloa et de Séguéla). C'est dans le coin Nord-Est autour de Dabakala et de Bouna que la situation est la plus préoccupante. Dorénavant, dans ces stations, les pluies annuelles restent inférieures à 1 000 mm. L'ambiance climatique y est donc de plus en plus proche de celle des climats tropicaux secs. Cette diminution brutale de la pluviométrie touche aussi les stations du Sud, notamment une partie du Sud-Ouest à la limite de soubré et Gagnoa ainsi que le littoral centre à Sassandra. Dans ces stations, qui comptaient parmi les plus pluvieuses, les hauteurs d'eau ne dépassent plus les 1 400 mm. Quelques stations échappent à cette situation de baisse généralisée des quantités d'eau précipitée annuellement. Il s'agit de la station de Tabou, la plus arrosée du territoire, où les hauteurs annuelles restent supérieures à 2 400 mm.

1.2.1.c Les températures moyennes annuelles

Au cours des 4 dernières décennies, les températures moyennes annuelles ont connu une augmentation brutale (figure 20 ci-dessous). L'aire d'occupation de l'isotherme 26°C, par exemple, traduit bien cette évolution. Durant la **décennie 1960-1969**, en dehors du quart Sud-Est et du littoral, les températures moyennes annuelles sont inférieures à 26°C. Les plus basses températures sont enregistrées dans l'Ouest montagneux (entre 24° et 24,5°). **La décennie 1970-1979** est marquée par une modification du régime des températures. Bien que le faible nombre de stations utilisées dans l'étude rende difficile l'analyse spatiale, on note au cours de cette décennie, une augmentation à certains endroits et une diminution ailleurs. Les plus fortes hausses ont lieu dans le Nord autour de Korhogo. Les baisses de température notées, ont lieu quant à elles sur le littoral Sud-Ouest. La hausse des températures se traduit par un élargissement de l'aire occupée par l'isotherme 26° C. Celui-ci couvre au cours de cette décennie plus des 2/3 du pays. La hausse des températures est accentuée au cours des

décennies 1980-1989 et 1990-1999. Ces décennies se caractérisent surtout par l'avancée de l'isotherme vers l'Ouest. Au cours de la décennie 1990-1999, la zone température inférieure à 26° C est circonscrite à l'Ouest montagneux. Ce glissement des isothermes vers l'Ouest a entraîné la disparition de l'isotherme 24°C.

Figure 13 : Température moyenne inerannuelle au cours des décennies 1960-1969, 1970-1979, 1980-1989 et 1990-1999

