

- Mn: La plupart des échantillons présentent la valeur basse de moins de 0,05 mg/l. 5 échantillons, à savoir WR09-01R (l'eau des rivières), WW05-01D (l'eau des puits existants), et WD01-02D, WD03-02D, WD06-02D (l'eau de sondage) présentent la haute valeur qui dépasse 0,05 mg/l.
- Mo: La plupart des échantillons présentent la valeur basse de moins de 1 mg/l. 4 échantillons, à savoir WR09-01R, WR10-01R, WR13-01R (l'eau des rivières), et WW12-01R (l'eau des puits existants) présentent la valeur qui dépasse 1 mg/l.
- B: La plupart des échantillons présentent la valeur basse de moins de 1 mg/l. 9 échantillons, à savoir WR09-01R, WR15-01R (l'eau des rivières), WW12-01R, WW14-01R, WW17-02D, WW19-02D, WW20-02D (l'eau des puits existants), et WD01-02D, WD03-01R (l'eau de sondage) présentent la haute valeur qui dépasse 1 mg/l.
- F: 36 échantillons présentent la valeur négative. L'aluminium devrait être la matière perturbatrice. Comme le fer, l'aluminium est le composant principal du sol de latérite. C'est pourquoi les autres 15 échantillons présentent les valeurs de 0,03~0,58 mg/l. Mais il manque un peu la crédibilité.
- Zn: Seul WW10-01R, l'eau des puits existants, présente la valeur très élevée de 5,2 mg. Les autres valeurs de mesure sont variées, à savoir 0,00~0,90 mg/l. A propos, on n'utilise pas WW10-01R à cause de la panne.
- Cr: La plupart des échantillons présentent la valeur de 0,00 mg/l ou 0,01 mg/l. WR01-01R (l'eau des rivières), WW19-02D, WW20-02D (l'eau des puits existants) présentent respectivement les hautes valeurs de 0,02 mg/l, 0,03 mg/l, 0,10 mg/l.
- Ni: Il est corrélatif avec Fe, en présentant la haute valeur dans l'eau des rivières dans la saison des pluies. Il présente la valeur basse de moins de 0,1 mg/l dans l'eau des puits existants et dans l'eau de sondage. (Figure 2-1-5)
- As: La plupart des échantillons présentent la valeur basse de moins de 0,2 mg/l (limite de détection).
- COD: Il présente en général une gamme variée des valeurs de 1~8 mg/l. En gros, l'eau des rivières a tendance à présenter la haute valeur, et l'eau des puits existants, la basse valeur. Les valeurs de l'eau de sondage sont assez variées.

1-2 La recherche de la quantité du courant des rivières

1-2-1 La méthode de la recherche

Nous avons effectué la recherche de la quantité du courant des rivières dans 10 points, à savoir WR01, WR05, WR06~WR13 dans la recherche de la saison des pluies (septembre 2001), et dans un point, à savoir WR15 dans la recherche de la saison sèche

(janvier 2002). (Figure 2-1-1) Nous avons décidé la position de la recherche, en tenant compte des bassins des rivières et de la répartition du réseau hydrographique. Dans chaque point de la recherche, nous avons noté le site et les échantillons de prélèvement, avons pris les photos, et avons effectué la mesure de GPS. [Photo 4 à la fin du rapport]

(1) Mesure de la coupe des rivières

Après avoir mesuré la largeur de la rivière, en tendant la corde de mesure pour qu'elle la croise perpendiculairement, nous avons fixé la position de la mesure de la profondeur de l'eau, à la distance égale des rives, et avons mesuré la profondeur de l'eau à chaque point de mesure, en plantant le poteau de mesure. En ce qui concerne l'espacement de la mesure de la profondeur de l'eau, nous avons adopté soit 50cm, soit 1m, soit 2m, en fonction du degré de largeur des rivières.

D'après le résultat de la mesure, nous avons calculé la superficie du trapèze (triangle à chaque rive) dont le côté supérieur et la base sont les deux profondeurs contigües et parallèles, et avons fait de leur somme la superficie de la coupe des rivières.

(2) Mesure de la vitesse du courant

Nous avons mesuré la vitesse du courant, en utilisant le compteur de la vitesse du courant de style Hiroïdenki. Ce compteur de la vitesse du courant est divisé en partie de mesure et en partie de détection. Dans la partie de mesure, l'hélice est équipée à la pointe de la baguette en acier de 1,5 m de longueur. Dans la partie de détection, est équipé l'appareil qui mesure le nombre du tour de l'hélice. Le mécanisme de la partie de détection est fait de sorte que le trembleur sonne chaque fois que l'hélice fait 10 tours. Nous avons mesuré l'intervalle des sons de trembleur par le chronomètre à dé clic, et avons mesuré la vitesse du courant. Nous avons effectué la mesure à la même position que celle de la mesure de la profondeur de l'eau, en fixant l'hélice de l'appareil pour la mesure de la vitesse du courant au presque milieu entre la surface et la base des rivières.

(3) Le calcul de la quantité de l'eau

Nous avons calculé la quantité du courant dans la procédure comme suit.

- Nous sectionnons la coupe des rivières par le trapèze (triangle à chaque rive) dont le centre est chaque position de la mesure de la vitesse du courant, et avons calculé sa superficie.
- Nous multiplions la superficie sectionnée de la coupe des rivières par chaque valeur de mesure de la vitesse du courant, et calculons la quantité du courant de chaque coupe.

- Nous additionnons la quantité du courant de chaque coupe, et calculons la quantité du courant des rivières.

1-2-2 Le résultat de la recherche

Nous présentons le résultat de recherche de la quantité du courant des rivières dans la Figure 2-1-6 et le Appendice 4 à la fin du rapport, et la corrélation entre la quantité du courant des rivières et la superficie des bassins dans la Figure 2-1-7. Dans la Figure 2-1-7 de corrélation, bien que les valeurs soient assez variées, il est concevable qu'il y a en gros la corrélation positive entre la quantité du courant des rivières et la superficie des bassins.

Le résultat de la recherche à chaque point de la mesure de la quantité du courant est comme suit.

- WR01 (L'affluent de la Baoulé, la superficie du bassin: 288km²)

La largeur 20m, la profondeur maximale 339cm, la vitesse maximale du courant 0,056 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est très lente. La quantité du courant est abondante, à savoir 1,8 (m³/s).

- WR05 (L'affluent de la Bagoé, la superficie du bassin: 419km²)

La largeur 7,2m, la profondeur maximale 29cm, la vitesse maximale du courant 0,566 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est un peu lente. La quantité du courant est 0,72 (m³/s), qui est la quantité moyenne au sein de la zone de recherche.

- WR06 (L'affluent de la Faye, la superficie du bassin: 244km²)

La largeur, 5,25m; la profondeur maximale, 15cm; la vitesse maximale du courant, 0,177 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est lente. La quantité du courant est très peu, à savoir 0,06 (m³/s).

- WR07 (L'affluent de la Faye, la superficie du bassin: 651km²)

La largeur, 4,70m; la profondeur maximale, 36cm; la vitesse maximale du courant, 0,634 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est un peu lente. La quantité du courant est 0,45 (m³/s), qui est la quantité moyenne au sein de la zone de recherche.

- WR08 (L'affluent de la Banifing, la superficie du bassin: 697km²)

La largeur, 8,40m; la profondeur maximale, 90cm; la vitesse maximale du courant, 0,492 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est lente. La quantité du courant est abondante, à savoir 1,98 (m³/s).

- WR09 (L'affluent de la Banifing, la superficie du bassin: 470km²)

La largeur, 5,70m; la profondeur maximale, 40cm; la vitesse maximale du courant, 0,552 (m/s). La quantité du courant est 0,69 (m³/s), qui est la quantité

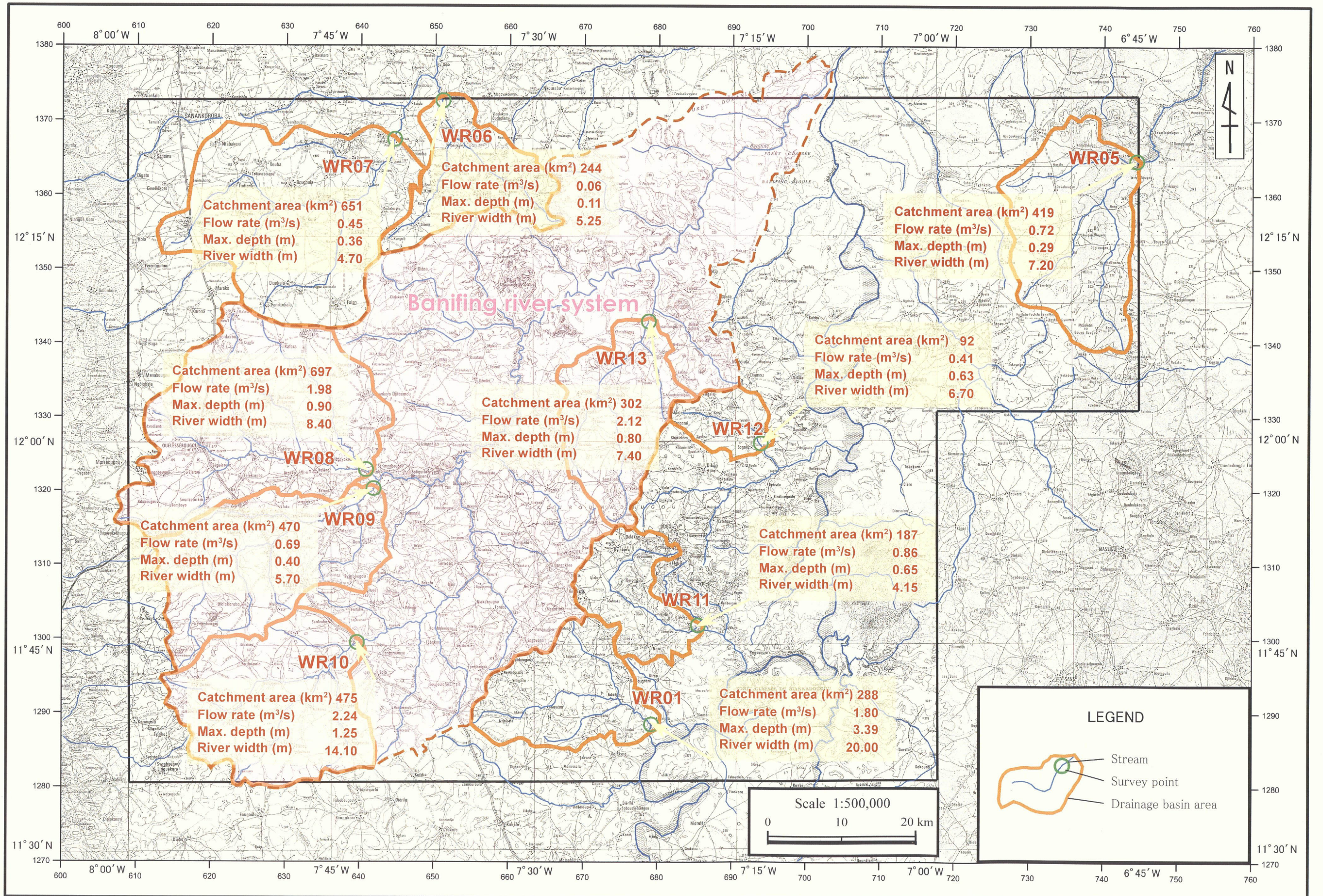


Figure 2-1-6 La figure du résultat de la recherche de la quantité du courant des rivières

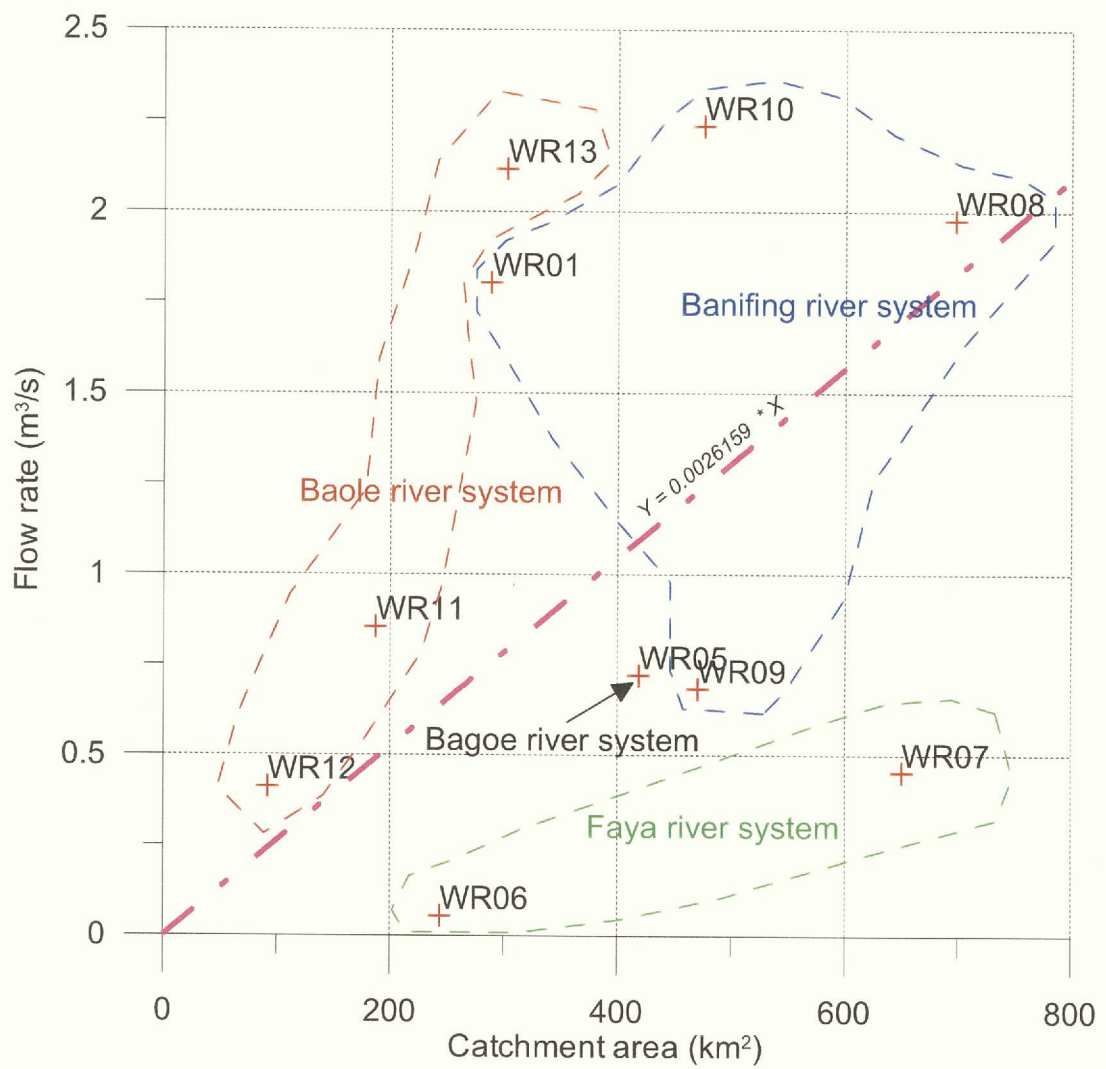


Figure 2-1-7 La quantité du courant des rivières et la superficie des bassins

moyenne au sein de la zone de recherche.

- WR10 (L'affluent de la Banifing, la superficie du bassin: 475km²)

La largeur, 14,10m; la profondeur maximale, 125cm; la vitesse maximale du courant, 0,298 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est lente. La quantité du courant est abondante, à savoir 2,24 (m³/s).

- WR11 (L'affluent de la Baoulé, la superficie du bassin: 187km²)

La largeur, 4,15m; la profondeur maximale, 65cm; la vitesse maximale du courant, 0,732 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est un peu lente. La quantité du courant est 0,86 (m³/s), qui est la quantité moyenne au sein de la zone de recherche.

- WR12 (L'affluent de la Baoulé, la superficie du bassin: 92km²)

La largeur, 6,70m; la profondeur maximale, 63cm; la vitesse maximale du courant, 0,231 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est lente. La quantité du courant est 0,41 (m³/s), qui est la quantité moyenne au sein de la zone de recherche.

- WR13 (L'affluent de la Banifing, la superficie du bassin: 302km²)

La largeur, 7,40m; la profondeur maximale, 80cm; la vitesse maximale du courant, 0,632 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est un peu lente. La quantité du courant est abondante, à savoir 2,12 (m³/s).

- WR15 (Le courant principal de la Baoulé)

La largeur, 56,00m; la profondeur maximale, 220cm; la vitesse maximale du courant, 0,020 (m/s). La vitesse du courant de la rivière est très lente. La quantité du courant est 0,83 (m³/s). Par rapport aux données dans la saison des pluies, elle est très peu malgré la grandeur de la superficie de la coupe de rivière.

1-3 La recherche météorologique

1-3-1 La méthode de la recherche

Nous avons récupéré et analysé les données de la température, de l'humidité, des précipitations, de la direction et la vitesse du vent, et de la quantité de la radiation solaire qui ont été enregistrées dans le système automatique des observations météorologiques que nous avons installé, dans le cadre de la recherche de la première année, dans le village de Dogo, autour du centre de la zone de recherche. Les observations ont commencé le 2 février 2001, et nous avons récupéré les données le 8 février 2002. Pour l'analyse des données, nous avons utilisé celles d'un an, à savoir de une heure du 4 février 2001 à 24 heures du 3 février 2002.

Le système des observations météorologiques est installé dans le terrain inoccupé à côté du camp de la première année, en s'éloignant à 20 m des bâtiments et

des arbres environnants. Le thermomètre et l'hygromètre sont installés à la hauteur de 1,5m au-dessus du sol; L'anémoscope, l'anémomètre, et l'actinomètre, à la hauteur de 2,5m. Le pluviomètre est installé sur le socle en béton à la hauteur de 10cm au-dessus du sol. [Photo 5 à la fin du rapport]

Le système se constitue des cinq espèces de détecteurs ci-dessus, des trois appareils automatiques de la mesure des données, des deux boîtes de pile. Comme il n'y a pas du courant d'électricité à Dogo, nous avons utilisé la pile de lithium en tant que source d'énergie électrique. La mesure se fait toutes les heures. Les valeurs mesurées dans chaque détecteur sont épargnées dans la mémoire interne de l'appareil automatique de la mesure des données. Nous avons déchiffré les valeurs des observations enregistrées par le *flashmemory* en forme de carte, et avons analysé les données par l'ordinateur.

En tant que données existantes, en plus des données météorologiques des années 1996~2000 de Bougouni, nous avons recueilli par la recherche de cette année, les données de l'année 2001 de Bougouni, celles de 2000~2001 de Dioila, et celles de 1996~2001 de la capitale, Bamako, auprès de chaque observatoire. Les types de données sont comme suit: la température maximale moyenne par mois, la température minimale moyenne par mois, l'humidité maximale moyenne, l'humidité minimale moyenne, la quantité totale des précipitations, la quantité maximale des précipitations par jour, le nombre des jours de précipitations, la direction du vent qui est observée le plus souvent (seulement à Bougouni). Nous présentons la méthode des observations météorologiques dans le Appendice 5, les données des observations météorologiques à Dogo dans le Appendice 6 et 7, et les données existantes des observations météorologiques dans les Appendice 8~10 à la fin de notre rapport.

1-3-2 Le résultat de la recherche

(1) La variation saisonnière de la température, de l'humidité, et des précipitations

Nous présentons dans la Figure 2-1-8 la variation annuelle de la température maximale et minimale par jour, de l'humidité maximale et minimale par jour, et de la quantité des précipitations par jour, qui ont été observées par le système des observations météorologiques à Dogo.

D'après la Figure 2-1-8, nous pouvons juger que la saison des pluies se déroule du début de mai au début d'octobre, et que la saison sèche, du milieu d'octobre à la fin d'avril. Dans la saison des pluies, la température baisse, et l'humidité s'élève; la plupart des précipitations annuelles se concentrent. Au contraire, dans la saison sèche, l'humidité baisse, et il y a peu de précipitations. En outre, d'après le caractère de changement de température, nous pouvons diviser la saison sèche en trois, à savoir le

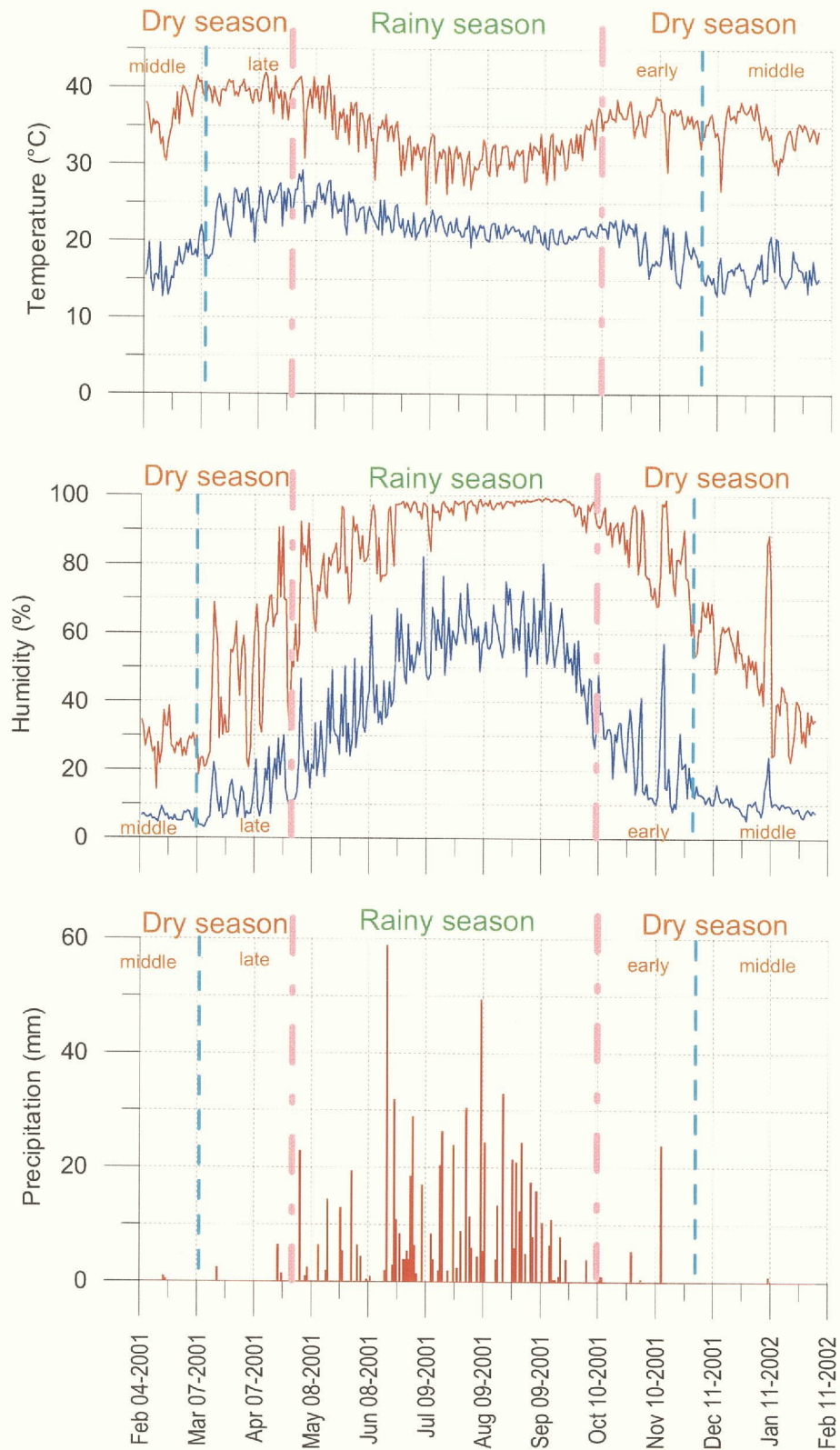


Figure 2-1-8 La figure de variation annuelle de la température maximale et minimale par jour, de l'humidité maximale et minimale par jour, et de la quantité des précipitations par jour (Dogo)

premier tiers (du début d'octobre au début de décembre), le second tiers (du milieu de décembre au début de février), et le troisième tiers (du milieu de février à la fin d'avril). Dans le premier tiers, il y a un grand écart entre la température maximale et la température minimale, et l'humidité a tendance à baisser au fur et à mesure que la saison passe. Dans le second tiers, il y a encore d'écart entre la température maximale et la température minimale, comme le premier tiers. L'humidité est la plus basse de l'année tout entière. De plus, dans le second tiers, la température moyenne est la plus basse de l'année entière. Dans le troisième tiers, la température et l'humidité montent de plus en plus, et en fin d'avril, la température maximale de l'année est enregistrée.

Nous présentons dans la Figure 2-1-9 la variation journalière de la température et de l'humidité dans le second tiers de la saison sèche (le 10 décembre), dans le troisième tiers de la saison sèche (le 10 avril), et dans la saison des pluies (le 19 août).

La variation journalière de la température et de l'humidité est nettement différente en fonction de chaque saison comme suit. (Figure 2-1-9)

① Le second tiers de la saison sèche (le 10 décembre)

La température maximale est 34°C à 16h, et la température minimale, 13°C à 7h. L'humidité maximale est 61% à 7h, et l'humidité minimale, environ 5% entre 12h et 16h. Quant à la variation journalière de température, il fait la température minimale à 7h, et elle monte de 7h à 12h. Entre 12h et 16h, il n'y a guère de changement, la température en restant aux environs de la maximale. Après 16h, elle baisse de plus en plus jusqu'à 24h. En ce qui concerne la variation journalière de l'humidité, cette dernière présente la maximale à 7h. Puis, elle baisse entre 7h et 12h. Entre 12h et 16h, il n'y a guère de changement, l'humidité restant aux environs de la minimale. Après 16h, elle monte jusqu'à 24h. La température moyenne de cette période est la plus basse de l'année entière.

② Le troisième tiers de la saison sèche (le 10 avril)

Le type de la variation de la température et de l'humidité est le même que celui du second tiers de la saison sèche. Mais, par rapport au second tiers, la température est en général élevée, et l'humidité, basse.

La température maximale est 42°C à 15h, et la température minimale, 22°C à 6h. L'humidité maximale est 15% à 6h, et l'humidité minimale, 5% à 15h. Quant à la variation journalière de température, cette dernière présente la minimale à 6h, et elle ne change guère jusqu'à 7h. Elle continue à monter de 7h à 15h, et enregistre la température maximale à 15h. Après 15h, elle baisse de plus en plus jusqu'à 20h.

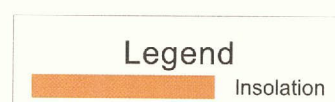
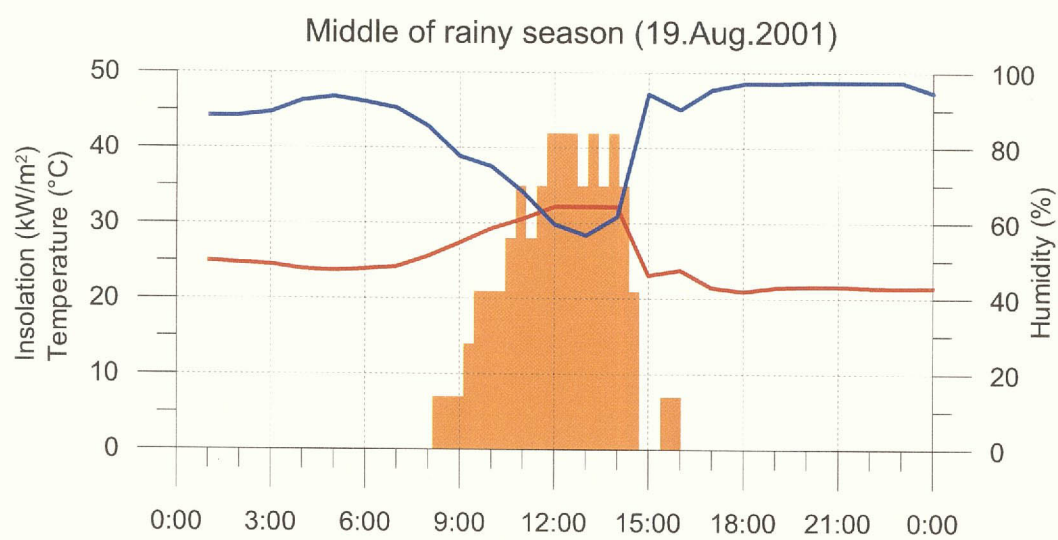
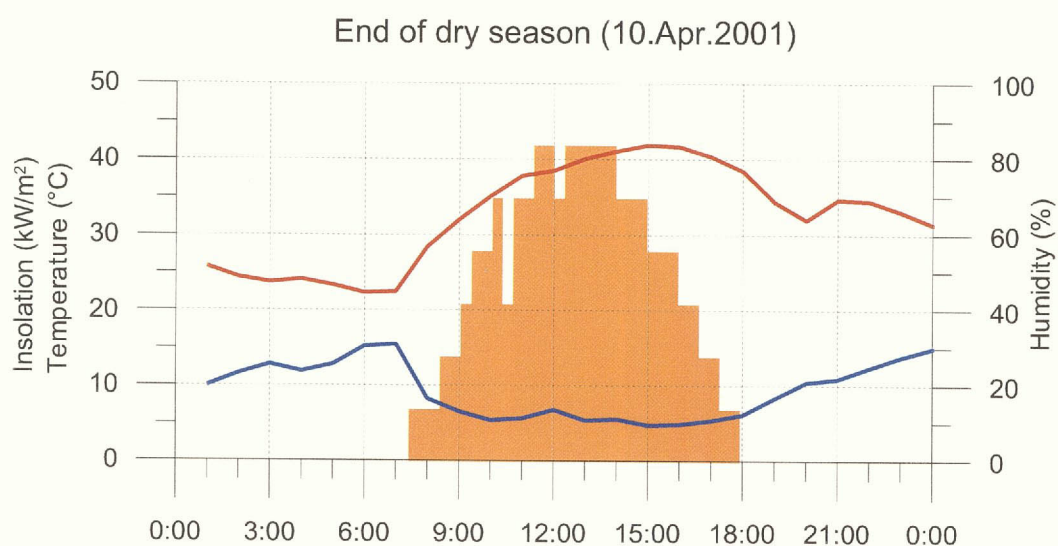
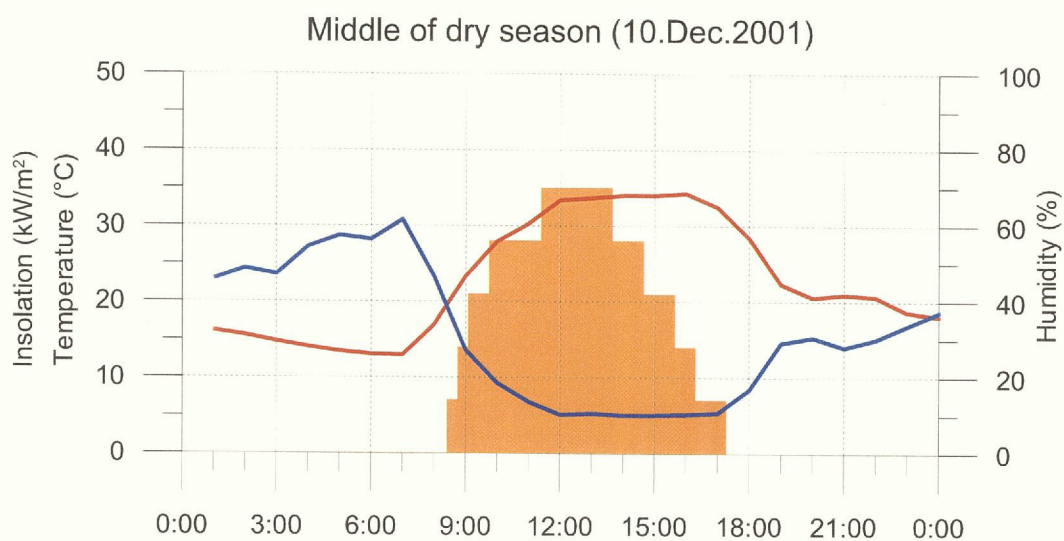


Figure 2-1-9 La figure de la variation journalière et saisonnière de la température, de l'humidité, et de la radiation solaire à Dogo

Entre 20h et 21h, elle monte encore, et après 21h baisse de plus en plus jusqu'à 24h. En ce qui concerne la variation journalière de l'humidité, cette dernière présente la maximale à 6h, et elle ne change guère jusqu'à 7h. Entre 7h et 10h, elle baisse. Entre 10h et 18h, il n'y a guère de changement, l'humidité restant aux environs de la minimale. Après 18h, elle monte de plus en plus jusqu'à 24h. La température moyenne de cette période est la plus élevée de l'année entière, et l'humidité moyenne, la plus basse.

③ La saison des pluies (le 19 août).

Le type de la variation de la température et de l'humidité est complètement différent de celui de la saison sèche. Il y a peu d'écarts entre la température maximale et la température minimale, et la température est généralement basse par rapport à la saison sèche. L'humidité est basse dans la journée, et élevée dans la nuit. De plus, l'humidité est en général très élevée par rapport à la saison sèche.

La température maximale est 32°C à 14h, et la température minimale, 21°C à 18h. L'humidité maximale est 98% à 18h, et l'humidité minimale, 58% à 13h. Quant à la variation journalière de température, cette dernière présente la minimale à 7h, et elle monte à partir de 7h, et reste aux environs de la température maximale entre 12h et 14h. Après 14h, elle baisse de plus en plus jusqu'à 18h, et enregistre la température minimale à 18h. Après 18h, elle ne change guère. En ce qui concerne la variation journalière de l'humidité, cette dernière est élevée à 7h. Entre 7h et 13h, elle baisse, en présentant la température minimale à 13h. Entre 13h et 18h, elle monte, en enregistrant la température maximale à 18h. Après 18h, il n'y a guère de changement. A propos, dans ce jour-là, il y avait des précipitations vers 15h. La température baisse brusquement à 15h, et l'humidité monte soudainement. L'humidité moyenne de cette période est la plus élevée de l'année entière.

(2) La direction et la vitesse du vent, la quantité de radiation solaire

Nous présentons dans les Appendice 6 et 7 à la fin du rapport, les données de la direction et la vitesse du vent, et de la quantité de radiation solaire que nous avons obtenues par le système des observations météorologiques à Dogo. Nous présentons dans la Figure 2-1-9 la variation saisonnière de la quantité de radiation solaire à Dogo. A propos, les données que nous avons obtenues par le système des observations météorologiques à Dogo ne sont pas les valeurs accumulées, mais les valeurs du moment donné, à l'heure de mesure. C'est pourquoi nous ne pouvons pas les comparer aux données de radiation solaire dans les observatoires météorologiques publics.

La direction du vent à Dogo est en général nord~est-nord-est. La vitesse du

vent a tendance à être faible dans la saison sèche, et forte dans la saison des pluies.

La variation journalière de la quantité de radiation solaire change par chaque saison comme suit. (Figure 2-1-9)

①Le second tiers de la saison sèche (le 10 décembre)

La variation journalière de la quantité de radiation se lève brusquement après 8h, et monte juste avant 12h à la maximale, qui continue jusqu'à 14h. Après 14h, elle baisse de plus en plus, et atteint zéro après 17h. Dans cette période, la quantité maximale de radiation solaire aux environs de 12h est plus basse que celle des autres saisons, et la somme totale par jour est aussi basse.

②Le troisième tiers de la saison sèche (le 10 avril)

La variation journalière de la quantité de radiation se lève graduellement après 7h, et monte juste avant 12h à la maximale, qui continue jusqu'à 14h comme le second tiers de la saison sèche. Après 14h, elle baisse de plus en plus, et atteint zéro après 18h. Dans cette période, la quantité maximale de radiation solaire aux environs de 12h est plus élevée que celle des autres saisons, et la somme totale par jour est aussi haute.

③La saison des pluies (le 19 août).

La variation journalière de la quantité de radiation se lève graduellement après 8h, et monte juste avant 12h à la maximale, qui continue jusqu'à 14h comme le second tiers de la saison sèche. Après 14h, elle baisse. A ce jour-là, il y avait des précipitations vers 15h, et la quantité de radiation solaire atteint zéro vers 15h. Avant 16h, elle remonte un peu, mais après 16h, elle revient encore à zéro. Dans cette période, la quantité de radiation solaire baisse à l'occasion des précipitations, et la somme totale de radiation solaire est aussi basse.

(3) La comparaison des données des observations météorologiques entre la zone de recherche et les villes voisines

Nous présentons dans le Tableau 2-1-1 la comparaison des données des observations météorologiques entre Dogo, Bougouni, Bamako, et Dioila, dans la Figure 2-1-10 la figure de la variation annuelle de la moyenne par mois de la température et l'humidité maximale et minimale, et dans la Figure 2-1-11 la figure de la variation annuelle de la quantité de précipitations et du nombre de jours de précipitations par mois.

En ce qui concerne la variation de la température dans chaque site, le type de

Tableau 2-1-1 La comparaison des données d'observations météorologiques Dogo-Bougouni-Bamako-Dioila

Temperature Maximum													
Station	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dogo	2001		35.9	39.6	39.4	37.0	33.4	30.6	30.8	31.9	35.9	36.2	35.6
	2002	33.5											
Bougouni	2000	35.3	35.4	38.8	38.8	36.1	32.7	31.1	30.1	31.6	32.9	34.7	34.4
	2001	35.2	36.5	39.5	39.1	37.3	33.6	31.2	31.0				
Bamako	2000	33.4	33.7	37.9	39.7	37.4	33.5	31.2	30.3	32.0	33.4	35.0	33.3
	2001	33.6	35.1	39.5	39.5	38.1	34.1	31.0					
Dioila	2000										37.8	37.0	35.2
	2001	35.5	37.8	40.5	42.0	41.5	39.5	34.0	34.5	37.8	38.5	38.5	37.5

Temperature Minimum													
Station	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dogo	2001		16.5	22.2	25.3	24.8	22.7	21.9	21.2	20.8	21.2	18.1	15.5
	2002	16.6											
Bougouni	2000	19.2	17.1	21.4	25.2	24.4	22.5	22.0	21.0	21.6	21.4	17.8	14.7
	2001	15.6	17.3	22.2	24.9	24.8	22.5	22.4	21.9				
Bamako	2000	19.8	18.8	22.7	25.6	25.4	22.7	22.0	21.1	21.4	20.6	17.7	16.1
	2001	16.3	19.0	22.7	24.9	25.5	23.6	22.2					
Dioila	2000										18.7	14.0	12.2
	2001	11.6	13.4	17.2	20.0	19.8	20.5	19.8	20.1	19.9	18.5	15.2	14.8

Humidity Maximum													
Station	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dogo	2001		27.9	38.7	55.4	80.4	89.3	96.0	97.8	98.1	91.1	78.5	58.0
	2002	42.0											
Bougouni	2000	62.2	38.6	47.0	77.0	85.2	92.3	94.0	95.5	94.2	93.6	83.4	63.2
	2001	45.6	37.2	52.1	67.3	83.8	90.6	93.7	95.0				
Bamako	2000	50.0	27.0	34.0	62.0	75.0	91.0	96.0	99.0	99.0	96.0	75.0	50.0
	2001	42.0	30.0	37.0	56.0	75.0	88.0	97.0					
Dioila	2000										83.0	62.0	53.0
	2001	44.0	37.0	38.0	47.0	71.0	85.0	94.0	96.0	96.0	79.0	64.0	52.0

Humidity Minimum													
Station	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dogo	2001		6.3	9.4	15.1	30.1	45.2	59.4	60.6	57.1	31.6	18.6	11.0
	2002	10.1											
Bougouni	2000	23.5	11.6	13.7	29.6	42.6	53.7	59.3	62.6	58.4	48.4	27.1	16.9
	2001	12.9	11.1	17.4	23.1	37.4	51.4	60.8	63.0				
Bamako	2000	20.0	9.0	11.0	19.0	31.0	47.0	58.0	64.0	59.0	40.0	17.0	12.0
	2001	14.0	11.0	9.0	14.0	29.0	46.0	60.0					
Dioila	2000										39.0	21.0	17.0
	2001	14.0	12.0	18.0	23.0	36.0	59.0	70.0	72.0	66.0	38.0	26.0	20.0

Precipitation (amount)													
Station	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dogo	2001		1.5	2.5	8.0	87.5	164.0	183.5	242.5	83.5	11.5	24.5	0.0
	2002	1.0											
Bougouni	2000	0.8	0.0	2.2	41.9	103.9	182.6	235.5	343.4	162.7	137.5	30.3	0.0
	2001	0.0	0.0	0.0	30.4	52.7	217.5	265.7	263.7				
Bamako	2000	1.6	0.0	0.1	22.5	41.6	103.2	246.5	223.8	128.5	43.2	11.2	0.0
	2001	0.0	0.0	0.0	27.2	38.5	139.5	213.3					
Dioila	2000										47.6	4.5	0.0
	2001	0.0	0.0	0.0	2.1	53.4	163.9	289.7	131.8	119.3	0.5	21.2	0.0

Precipitation (day)													
Station	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Dogo	2001		2	1	2	9	15	14	15	11	4	2	0
	2002	1											
Bougouni	2000	2	0	2	6	10	14	17	21	11	8	2	0
	2001	0	0	0	4	10	15	19	19				
Bamako	2000	1	0	1	4	5	13	19	23	12	9	2	0
	2001	0	0	0	3	11	13	18	17				
Dioila	2000										9	1	0
	2001	0	0	0	1	7	14	19	17	14	1	1	0

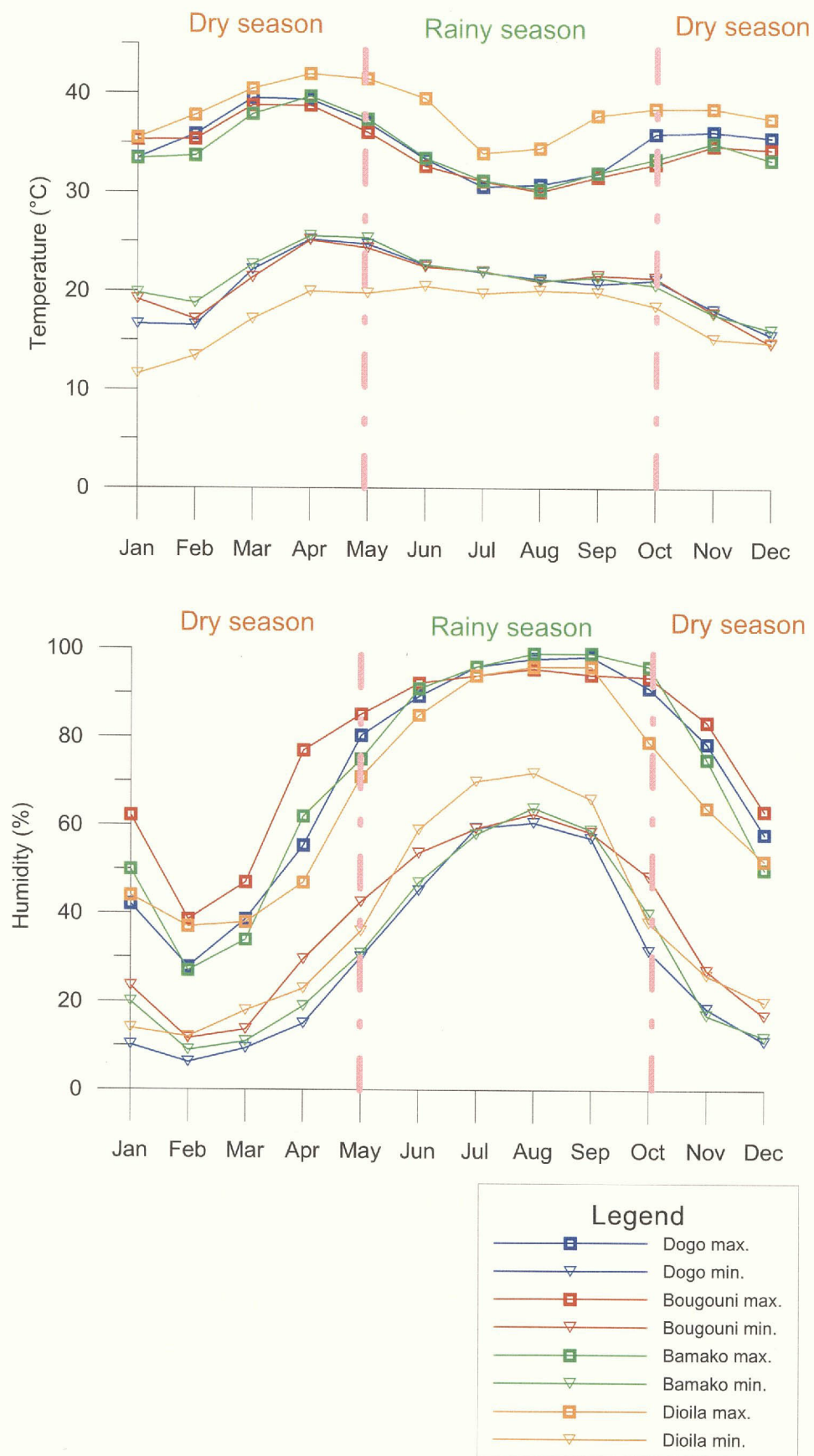


Figure 2-1-10 La figure de la variation annuelle de la moyenne par mois de la température et l'humidité maximales et minimales (Dogo-Bougouni-Bamako-Dioila)

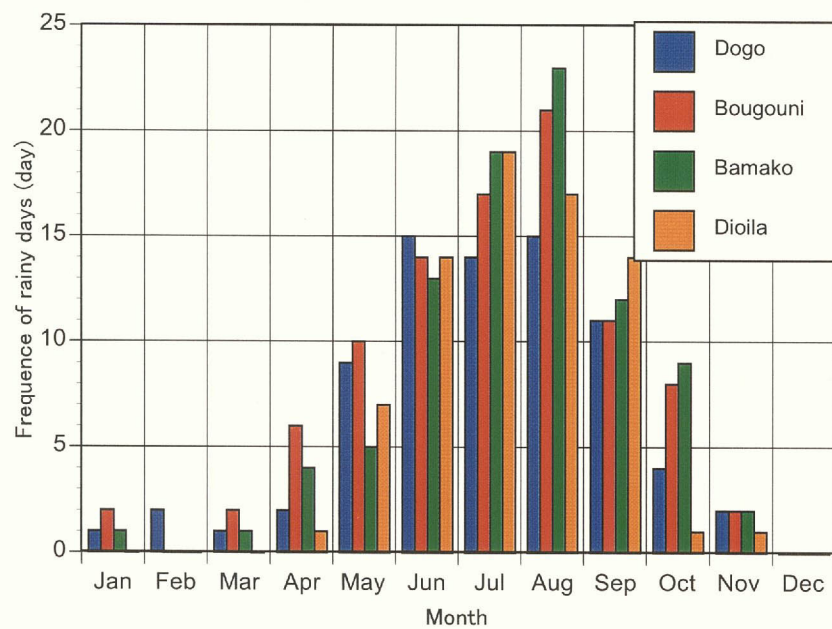
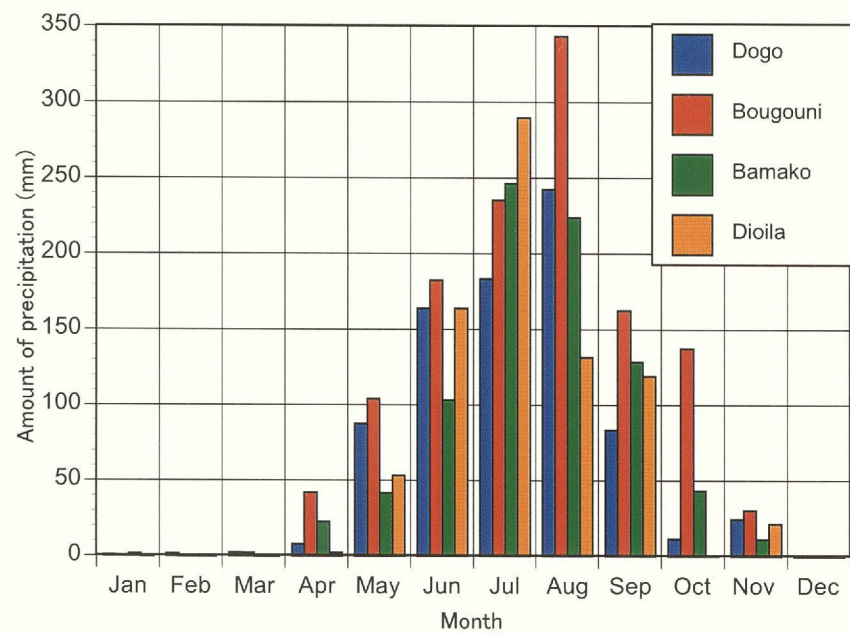


Figure 2-1-11 Le diagramme de la variation successive de balance hydrologique

des rivières que nous avons effectuée dans la présente recherche, et d'après la superficie des bassins de chaque réseau hydrographique (voir la Figure 2-1-7), nous avons tiré la ligne de régression qui passe sur l'origine, et avons obtenu une formule (formule 6). Nous avons calculé la quantité d'écoulement, en remplaçant x de cette formule par la superficie du bassin du réseau hydrographique de la Banifing. A propos, la valeur de mesure de la vitesse du courant au point WR15 est la donnée obtenue d'après la recherche dans la saison sèche (janvier 2002). Comme c'est une donnée du courant principal de la Baoulé où il y a beaucoup d'afflux depuis le dehors du réseau, nous l'avons exclu du calcul de régression.

$$y = 0.0026159x \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (\text{Formule 6})$$

Dans cette formule, x : superficie du bassin (km²), y : (m³/s).

La quantité d'écoulement calculé ci-dessus est la donnée d'après la recherche dans la saison des pluies (septembre 2001). D'après l'expérience de la recherche sur le terrain et les données météorologiques, nous pouvons supposer qu'il n'y a l'eau courante dans les rivières que dans la période entre mai et novembre, et qu'il n'y a guère de l'eau entre décembre et avril. Dans la présente analyse, nous avons calculé la quantité d'écoulement par mois, en supposant les conditions ci-dessous.

- ①décembre~avril: Il n'y a pas de l'eau courante dans les rivières.
- ②juillet~août: La quantité de l'eau courante est égale à celle de septembre.
- ③juin, octobre: La quantité de l'eau courante est un dixième de celle de septembre.
- ④mai, novembre: La quantité de l'eau courante est un centième de celle de septembre.

- Le calcul de la quantité augmentant de l'eau souterraine (I_G)

Comme, dans la formule 2, la quantité de précipitations (P), la quantité d'évapotranspiration (E), la quantité d'écoulement (R) ont été respectivement calculées, nous avons calculé la quantité augmentant de l'eau souterraine (I_g) d'après la formule suivante.

$$I_G = P - (E + R) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{(Formule 7)}$$

- La quantité d'infiltration à l'occasion de précipitations

Il est très difficile de saisir l'état actuel de la quantité d'infiltration à l'occasion de précipitations. D'ailleurs, il n'y a pas de données réellement mesurées. D'après

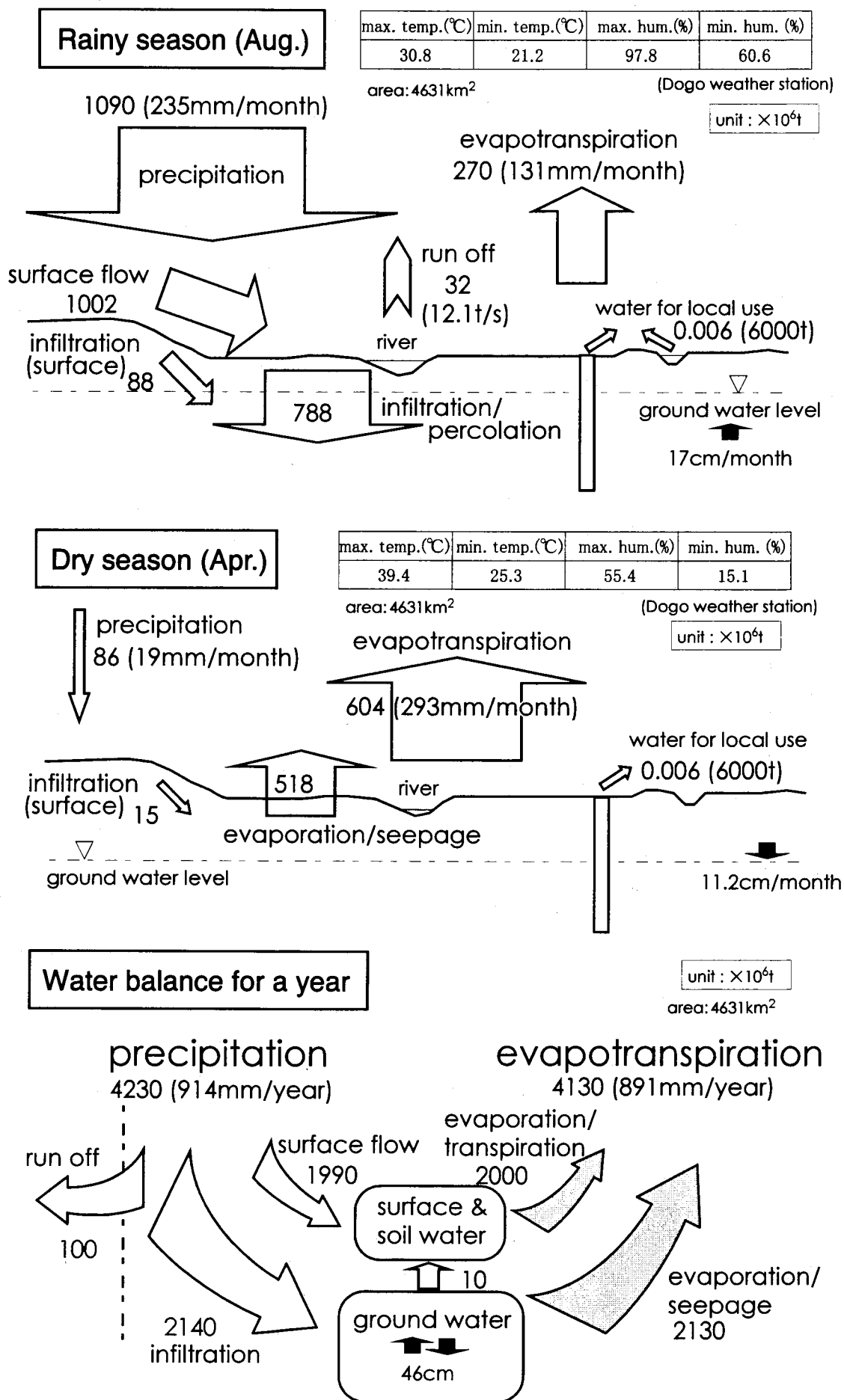


Figure 2-1-12 Le diagramme de la variation successive de balance hydrologique

rivières et d'évapotranspirations. Si bien que le niveau de l'eau souterraine monte de 17cm pendant un mois.

(2) La balance hydrologique dans la saison sèche

En avril, dans la saison sèche, il y a 86×10^6 t de précipitations par mois. La quantité d'infiltration à l'occasion de précipitations est 5×10^6 t, et le reste évapore tout de suite. La quantité de l'eau qui évapore depuis la surface du sol est 518×10^6 t. La quantité d'évapotranspiration, y compris cette dernière, est 604×10^6 t. Comme il n'y a pas de l'eau courante dans les rivières, il n'y a pas d'écoulement de l'eau vers le dehors du réseau hydrographique. Ainsi, dans la saison sèche, la quantité de la perte de l'eau à cause d'évapotranspirations est supérieure à celle de la fourniture de l'eau en vertu de précipitations. Si bien que le niveau de l'eau souterraine baisse de 11,2cm par mois.

(3) Le modèle de la balance hydrologique par an

D'après le résultat du calcul de la balance hydrologique par mois, nous avons établi le modèle de la balance hydrologique par an. Là-dessus, nous définissons l'eau à la surface comme l'eau supérieure au niveau de l'eau souterraine, à savoir l'eau des rivières, l'eau des flaques, l'eau contenue dans les plantes et le sol.

Il y a la fourniture annuelle de $4,230 \times 10^6$ t par les précipitations, et la perte de l'eau de 100×10^6 t par l'intermédiaire des rivières, vers le dehors du réseau, et celle de $4,130 \times 10^6$ t par l'évapotranspiration depuis la surface du sol. Si nous supposons les étapes des précipitations à l'évapotranspiration, d'après la quantité augmentant de l'eau souterraine, ayant été obtenue par le calcul de la balance hydrologique par mois, la fourniture de l'eau à l'eau souterraine depuis l'infiltration de la surface est $2,140 \times 10^6$ t ; la perte de l'eau dans l'eau souterraine à cause de suintement et d'évaporation, $2,130 \times 10^6$ t ; le mouvement de l'eau depuis l'eau souterraine à l'eau à la surface, 10×10^6 t ; la quantité de changement annuel du niveau de l'eau souterraine, 46cm. Pour l'eau à la surface, il y a la fourniture de $1,990 \times 10^6$ t par l'eau courante à la surface et de 10×10^6 t par le suintement depuis l'eau souterraine, et il existe $2,000 \times 10^6$ t de la perte à cause d'évapotranspiration. Là-dessus, la fourniture annuelle de l'eau depuis l'eau souterraine vers l'eau à la surface présente la petite valeur de 10×10^6 t. Toutefois, comme nous avons montré dans la balance hydrologique de la saison des pluies et de la saison sèche, il y a la grande quantité d'échantement de l'eau entre l'eau à la surface et l'eau souterraine. C'est dire que, dans la saison des pluies, la grande quantité de l'eau est fournie depuis l'eau à la surface vers l'eau souterraine, et que, dans la saison sèche, au contraire, l'eau est fournie depuis l'eau souterraine vers l'eau à la surface. A cause de la compensation de ces deux phénomènes, la fourniture annuelle de l'eau depuis l'eau

souterraine vers l'eau à la surface présente la petite valeur.

1-5 La réflexion

(1) La qualité de l'eau des rivières et de l'eau souterraine

Au sein de la zone de recherche, l'eau courante est reconnue dans la saison des pluies, mais, elle n'est guère reconnue dans la saison sèche pour la plupart des rivières, parce qu'il y a peu de précipitations, et qu'il fait sec. C'est pourquoi nous avons établi la figure de la corrélation des valeurs de mesure sur la qualité de l'eau, afin de comparer les données de qualité de l'eau des rivières et de l'eau souterraine. (Figure 2-1-13) A titre de comparaison, nous présentons aussi dans le Appendice 2 à la fin du rapport le résultat de la mesure de la qualité de l'eau des pluies que nous avons prélevée pendant le séjour à la capitale, Bamako.

L'eau des rivières présente pH6,4~7,6, et l'eau des puits, moins de pH6,9. Le degré de turbidité est élevé dans l'eau des rivières, et bas dans l'eau des puits. La conductivité est basse dans l'eau des rivières, et élevée dans l'eau des puits. La quantité de l'oxygène dissous est élevée dans l'eau des rivières, et basse dans l'eau des puits. Ainsi, dans la saison des pluies, il y a la grande différence entre la qualité de l'eau des rivières et celle de l'eau des puits. De plus, l'eau des rivières présente la valeur proche de celle de l'eau des pluies, sauf le paramètre de turbidité. C'est parce que, dans la saison des pluies, l'eau des pluies devrait affluer directement dans les rivières, et coule en surface.

D'après la synthèse du résultat de l'analyse sur la qualité de l'eau de la première et la deuxième année, la tendance suivante est reconnue pour chaque espèce d'échantillons.

• L'eau des rivières

La plupart de l'eau des rivières que nous avons prélevée dans la saison des pluies a tendance à être riche en Fe et en Ni. (Veuillez voir la Figure 2-1-5) C'est parce que la matière troublée dans l'eau des rivières devrait contenir beaucoup de sol de latérite.

Dans WR03-01D, WR09-01R, et WR10-01R, CN présente la valeur élevée. Surtout, dans WR09-01R et WR10-01R, à part CN, les éléments comme Cu, Mn, et Mo présentent les valeurs élevées. La route nationale N° 7 passe à l'amont de ces échantillons. Il est probable que la valeur élevée de ces échantillons est due à l'existence de la route nationale N° 7.

• L'eau des puits existants et l'eau de sondage

La plupart des échantillons de l'eau des puits existants sont pures, et il y a peu

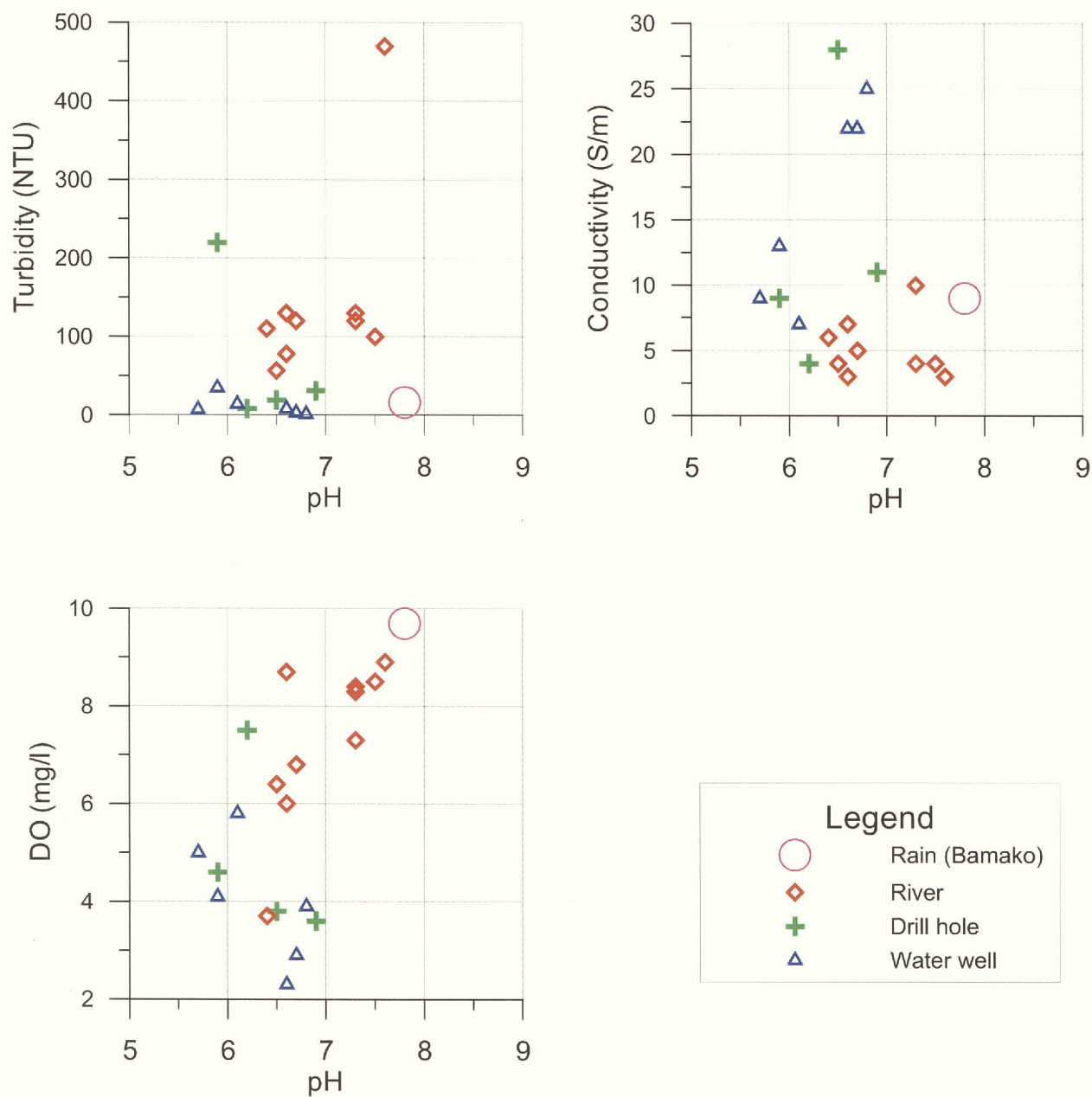


Figure 2-1-13 La figure de la corrélation des valeurs de mesure sur la qualité de l'eau

de valeurs de métaux lourds qui provoquent le problème.

Dans WW10-01R, Zn présente la haute valeur. C'est peut-être à cause de la dégradation du puits. Dans WW05-01D, WW12-01R, WW14-01R, WW17-02D, WW19-02D, et WW20-02D, B, Mo, et Mn présentent la valeur élevée. Ces éléments sont connus comme utilisés dans l'engrais. Au sein de la zone entière de recherche, l'agriculture est en plein développement. Il est probable que les éléments ci-dessus de l'engrais utilisé dans l'agriculture devraient polluer l'eau souterraine.

(2) Le changement au fil du temps de la qualité de l'eau souterraine

Dans la présente recherche, pour but de contrôler la qualité de l'eau souterraine, nous avons prélevé les échantillons de l'eau (WD01-01D, -01R, -02D, WD02-01D, -01R, -02D, WD03-01D, -01R, -02D) dans les trois trous de sondage de MJMB-E1, E2, E3 dans les trois périodes, à savoir dans la saison sèche de la première année (janvier 2001), dans la saison des pluies de la deuxième année (septembre 2001), et dans la saison sèche de la deuxième année (janvier 2002), et avons effectué la mesure de la qualité de l'eau et l'analyse simple de la qualité de l'eau.

En ce qui concerne le niveau de l'eau dans ces trois trous, il est peu profond dans MJMB-E1 et MJMB-E3 (moins de 7m), en se situant dans le sol au-dessus de la roche de base. Le niveau de MJMB-E2 est profond (aux environs de 24m), en se situant au sein de la roche de base. Quant au changement saisonnier du niveau de l'eau, dans MJMB-E1 et MJMB-E3, il monte dans la saison des pluies, et baisse dans la saison sèche. Au contraire, dans MJMB-E2, il y a peu de changement du niveau, soit dans la saison des pluies soit dans la saison sèche. En ce qui concerne les sites de chaque puits, MJMB-E1 se situe sur le terrain plat au bout sud-ouest de Meridiala; MJMB-E2, sur la pente de la colline au sud de Diamou; MJMB-E3, au voisinage de la rivière au bout sud-est de Sagala.

Nous présentons dans la Figure 2-1-14 le changement au fil du temps de la qualité de l'eau dans les trous de sondage.

Dans les trois trous, on reconnaît le changement au fil du temps pour pH, la température, l'oxygène dissous, Ni. La valeur de pH et d'oxygène dissous monte dans la saison sèche, et baisse dans la saison des pluies, tandis que la température et Ni monte dans la saison des pluies, et baisse dans la saison sèche. La température de l'eau est considérée de refléter le changement de la température moyenne mensuelle (janvier: 24,8°C, septembre: 26,3°C). Mais la cause de changement au fil du temps de Ph, d'oxygène dissous, et de Ni n'est pas claire. A part ces quatre espèces, les autres paramètres de la qualité de l'eau ne montrent aucun changement au fil du temps, qui est commun pour les trois trous. Il n'y a aucun paramètre qui présente la valeur fixe

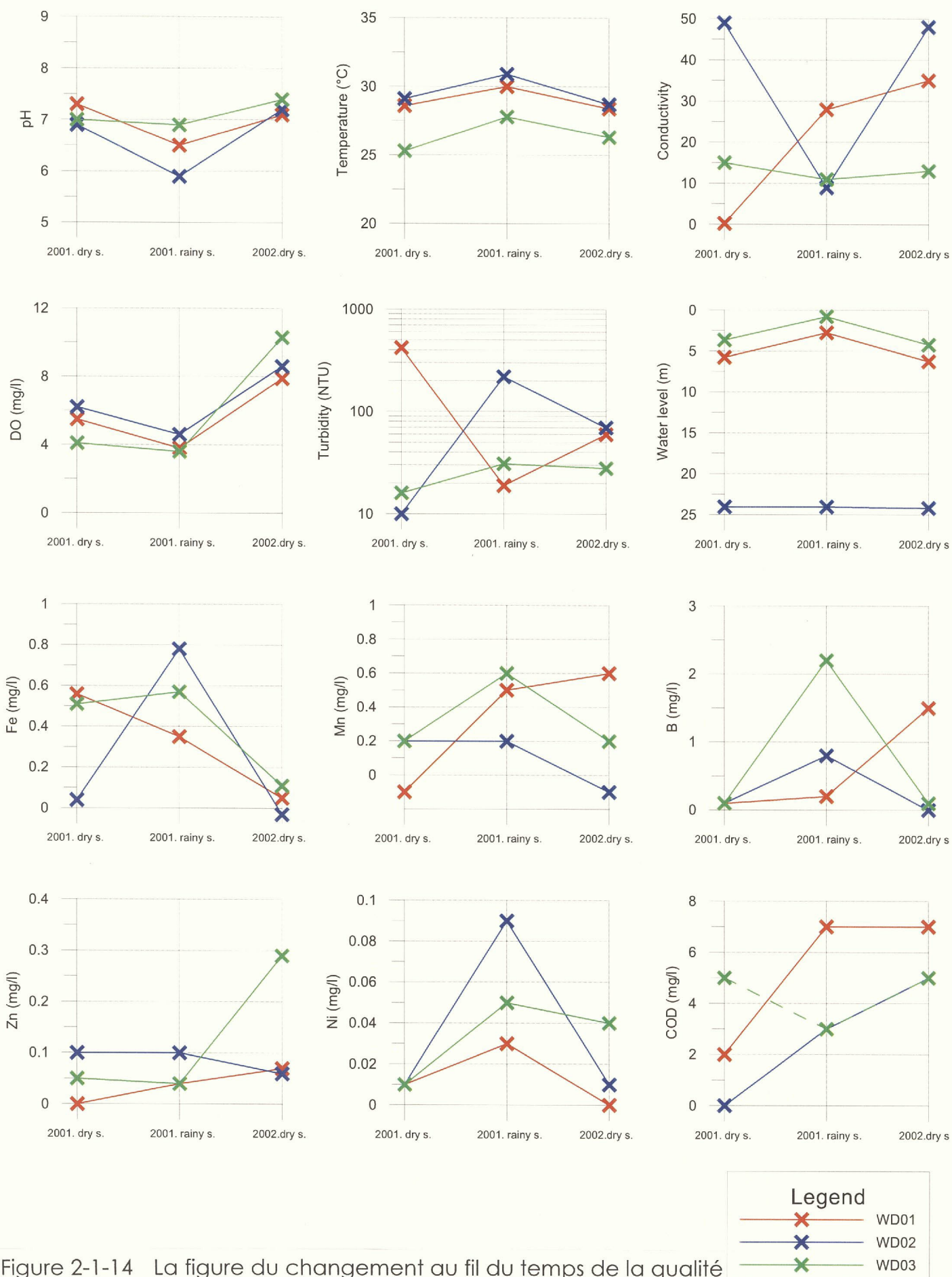


Figure 2-1-14 La figure du changement au fil du temps de la qualité de l'eau la carte de la variation par jour des données météorologiques (Dogo)

pour les trois périodes. Dans la saison des pluies, il y a la fourniture de l'eau depuis la surface du sol, et, dans la saison sèche, il y a l'évaporation de l'eau. Ce mouvement de l'eau souterraine devrait contribuer à cette variation de paramètre. En outre, il est probable qu'il est dû au caractère de chaque puits (la condition de site, la transmissibilité du sol, la géologie, la désagrégation, et le degré de l'action de latérite) que le changement de chaque paramètre n'est pas uniforme.

(3) Le problème de la recherche de la quantité de l'eau courante

D'après le résultat de la recherche sur la quantité de l'eau courante, nous pouvons reconnaître la corrélation positive faible entre la quantité du courant des rivières et la superficie du bassin, bien qu'il y ait les valeurs variées. (Figure 2-1-7) De surcroît, il est probable qu'ils sont corrélatifs, avec la pente différente pour chaque réseau hydrographique. En fait, la quantité du courant des rivières dans la zone de recherche est très sensible aux précipitations. S'il pleut le jour même ou la veille, le niveau de l'eau monte tout de suite, et la quantité du courant augmente. Comme la présente recherche s'est effectuée sous les conditions limitées, il y a un problème au niveau de la précision des données. Afin d'élever le degré de précision de la recherche du courant, il faut les observations simultanées dans les plusieurs sites, les observations continuelles du même site, et l'addition des sites de recherche.

(4) Le problème dans le calcul de la balance hydrologique

Dans la présente recherche, nous avons calculé la balance hydrologique au sein de la zone de recherche, en combinant les données existantes avec les données réellement mesurées, à savoir les données météorologiques, les données du courant des rivières, les données du contrôle des trous de sondage, etc. que nous avons obtenues dans la recherche sur le terrain. Ainsi, nous avons établi le modèle quantitatif de la balance hydrologique, bien qu'il soit sommaire. Le modèle de la balance hydrologique et le résultat de l'analyse de la balance hydrologique sont presque conformes à la situation sur le terrain que nous avons expérimentée par la recherche sur le terrain dans la saison des pluies et dans la saison sèche. Cependant, l'analyse de la balance hydrologique dépend de nombreuses suppositions, et il y a beaucoup de problèmes. Afin d'obtenir la balance hydrologique plus précise, il faut rétrécir la superficie de l'objet de l'analyse, et augmenter les données réellement mesurées de la transmissibilité du sol et de la roche à la surface et au sous-sol, du changement du niveau de l'eau souterraine, de la quantité d'infiltration à l'occasion de précipitations, de la quantité d'évapotranspiration, et de la quantité du courant des rivières. Surtout, l'évaluation de la transmissibilité du sol et de la roche est un élément important pour

l'estimation de l'échange de l'eau entre l'eau à la surface et l'eau souterraine et de la quantité de la culture de l'eau souterraine. Pour cette évaluation, il faut les observations du site actuel par le sondage et l'expérience intérieure de carottes.

Section 2 La recherche du sol et du sédiment au lit

2-1 La méthode de la recherche

Nous avons prélevé dans la saison sèche les échantillons du sol, du sédiment au lit et de la roche, et avons effectué l'analyse chimique. Nous avons fait le calcul de la quantité statistique basique et le coefficient corrélatif sur le résultat de l'analyse, et avons élaboré les figures en cas de besoin. Concernant le sol et le sédiment au lit, nous avons effectué l'analyse de données, y compris le résultat de la recherche de la première année. Dans chaque point de prélèvement, nous avons noté le lieu et les échantillons, avons pris les photos, et avons fait la mesure par GPS. [Photo 6 à la fin du rapport]

(1) Le prélèvement des échantillons

Nous présentons la carte de la position de prélèvement des échantillons du sol, du sédiment au lit, et de la roche dans la Figure 2-2-1, 2-2-2, 2-2-3. De plus, nous présentons respectivement les données des sites de prélèvement dans les Appendice 12, 13, et 14 à la fin de notre rapport. Le nombre total des échantillons de prélèvement est 350 pour le sol, 50 pour le sédiment au lit, et 20 pour la roche. A propos, le Appendice à la fin du rapport inclut le résultat de la première année. SS001~SS200 pour le sol et FS01~FS50 pour le sédiment au lit correspondent au résultat de la première année.

①Le sol

Dans la première année, nous avons achevé la recherche dans la moitié est de la zone de recherche, à savoir dans l'étendue plus est de la longitude ouest 7°30'. Dans la présente année, nous avons effectué la recherche dans la moitié ouest, à savoir dans l'étendue plus ouest de la longitude ouest 7°30', et avons prélevé 200 échantillons. Nous avons prélevé 100 échantillons en tant que recherche détaillée pour la zone de l'anomalie géochimique d'Au que nous avons extrait dans la partie nord-est de la présente zone dans la première année. En principe, nous avons choisi les points de prélèvement au bord des routes de la vie où le quatre-quatre peut parcourir. De plus, nous avons tenté de fixer la répartition des points pour que l'intervalle entre chaque point soit égal. A part cela, parallèlement au prélèvement des échantillons de la roche, nous avons prélevé 50 échantillons aux alentours des sites de prélèvement de la roche.