

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

---

CONVENTION O.R.S.T.O.M. - O.M.S.

ANALYSE DE CERTAINS FACTEURS  
CLIMATIQUES SUSCEPTIBLES D'INFLUENCER LA  
DISPERSION DES AEROSOLS D'INSECTICIDE  
PULVERISES PAR VOIE AERIENNE

Rapport préliminaire

B. MONTENY  
Bioclimatologie

Avril 1981



Convention O.R.S.T.O.M. - O.M.S.

Analyse de certains facteurs climatiques susceptibles  
d'influencer la dispersion des aérosols d'insecticide  
pulvérisés par voie aérienne.

B. MONTENY  
Bioclimatologie

Rapport préliminaire

Avril 1981

## B U T

Déterminer l'impact de certains paramètres physiques du climat sur la distribution d'insecticide pulvérisé par hélicoptère au-dessus des zones de transition forêt-savane (région de Bouaflé).

## O B J E C T I F S

- Etudier les paramètres physiques du milieu au niveau des lieux d'épandage - Description des sites.
- Caractériser les facteurs microclimatiques responsables de l'hétérogénéité de la distribution des aérosols liquides pulvérisés au-dessus des sites où évoluent les glossines.
- Déterminer les périodes climatiquement favorables à la sédimentation des aérosols d'insecticides.

## I N T R O D U C T I O N

Au cours des campagnes de mesures, menées par les équipes de l'O.M.S. sur l'évolution de la population des glossines dans différents sites, il a été constaté des disparités importantes des effets de l'insecticide sur ces populations. En effet, les épandages aériens, effectués durant la saison sèche de décembre 78 à février 79, sont, dans certains cas, efficaces (réduction importante de la population) alors que dans d'autres sites leur effet passe quasiment inaperçu.

Dans ces conditions, existe-t-il certains facteurs autres que ceux liés aux produits et aux traitements eux-mêmes qui seraient responsables de ces disparités? Notre intervention consiste à déterminer les éventuels effets de facteurs climatiques susceptibles d'agir soit directement sur l'activité de l'insecticide, soit sur la distribution et la dispersion des aérosols au niveau des lieux d'épandage.

En considérant une région comme constituée d'un assemblage de surfaces dont les caractéristiques physiques sont différentes, les transferts d'énergie surface-atmosphère vont être influencés par ces caractéristiques. Ainsi, les conditions climatiques locales seront affectées par l'intégration spatiale des échanges d'énergie au-dessus des différentes

surfaces composant la région.

Le bilan d'énergie sous sa forme simplifiée permet de décrire les échanges qui s'effectuent entre la surface réceptrice de l'énergie solaire et l'espace qui l'entoure ainsi que le devenir de l'énergie captée par cette surface. En effet, une fraction de l'énergie absorbée est utilisée dans le processus de vaporisation (E) faisant varier la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère. Parallèlement, l'autre fraction chauffe la surface réceptrice qui transmet cette chaleur partiellement dans le sol (G) et partiellement à l'air ambiant (S), provoquant l'élévation de la température des masses d'air :

$$R_n = LE + S + G$$

## DESCRIPTION DES SITES DE MESURES

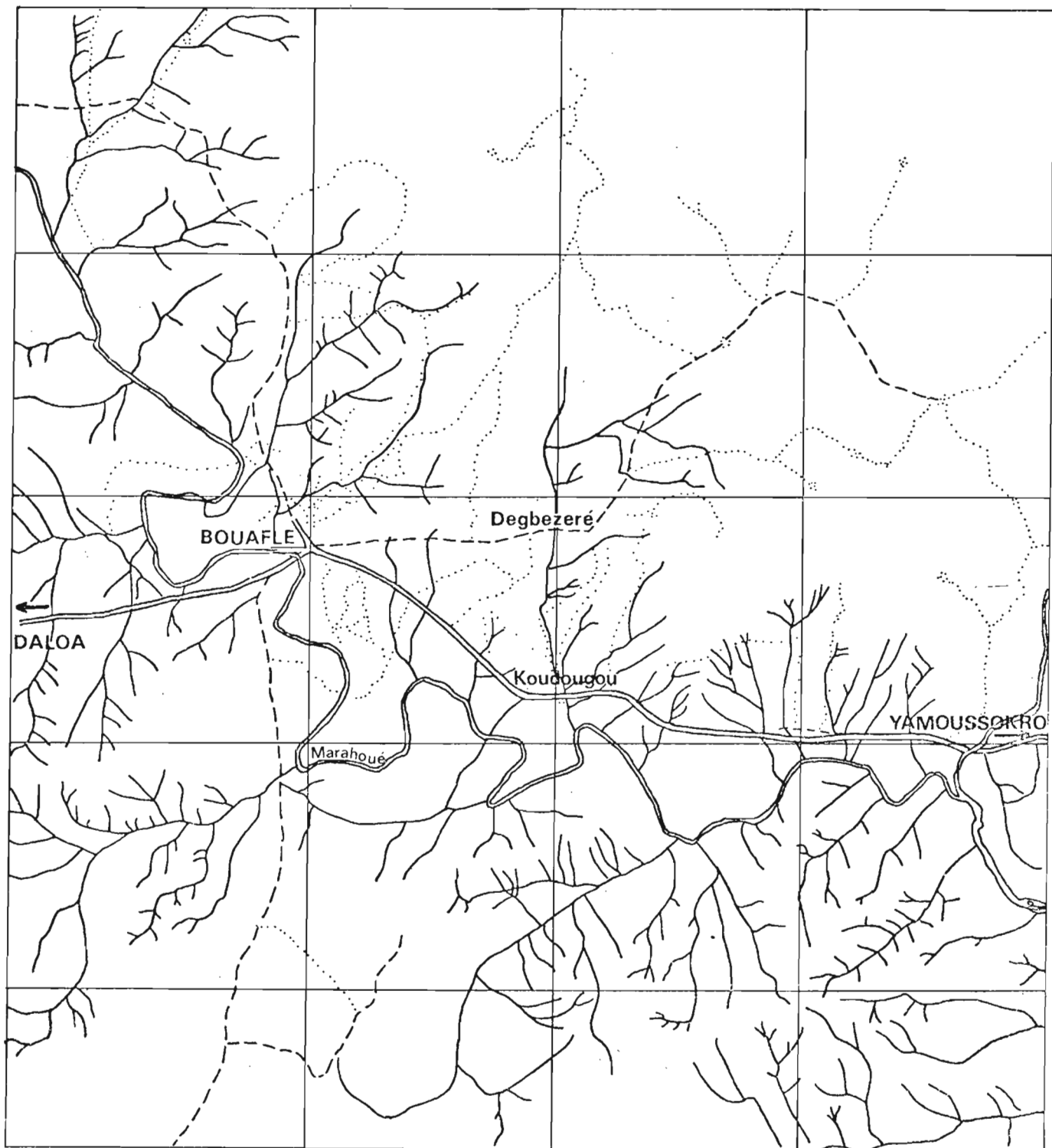
L'analyse des facteurs climatiques ou microclimatiques susceptibles d'agir sur l'activité de l'insecticide ou sur sa dispersion sur le lieu d'épendage nécessite une meilleure connaissance de leur évolution temporelle ainsi que de leur fluctuation moyennes et extrêmes.

Dans la région analysée et sur la base des observations des populations de glossinès, deux villages caractéristiques sur le plan configuration générale ont été retenus : Degbézéré et Koudougou.

DEGBEZERE est un village baoulé situé dans une zone fortement boisée. De nombreux arbres ombragent le village. La disposition des maisons est quelconque, elles s'accompagnent souvent d'aires de séchage de 20 à 40 m<sup>2</sup> entourées d'arbustes. Une tour a été installée au centre du village pour supporter les divers enregistreurs aux niveaux + 2m, + 4m et + 8m : température de l'air, humidité relative et au niveau + 8m vitesse et direction du vent ainsi que pluviométrie.

KOUDOUGOU est un village mossi dont le nombre d'habitant est de 5 à 8 fois plus élevé qu'à Degbézéré. Il est situé dans une zone dégagée, en bordure de la grand route goudronnée conduisant à Bouaflé. Ce village est très allongé vers l'intérieur des terres. Un chemin carrossable le traverse. Les maisons sont disposées de part et d'autre de celui-ci. Les aires cimentées sont de plus grande dimension : 30 à 80 m<sup>2</sup>. La tour, installée en bordure de ce chemin, comprend les mêmes appareils de mesure qu'à Degbézéré. Ils sont installés aux mêmes niveaux (cfr carte).

# CARTE DE SITUATION



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km

## M E T H O D O L O G I E

Si l'énergie solaire est le facteur prépondérant qui conditionne l'importance des variations des facteurs physiques qui caractérisent l'atmosphère, ce sont ces derniers qui définiront le climat. C'est pourquoi, outre des mesures de rayonnement global, nous avons réalisé des enregistrement continus des caractéristiques de l'air, température et humidité relative, mouvement c'est-à-dire vitesse et direction.

L'installation à différentes hauteurs permet de déterminer les gradients de ces facteurs en fonction des propriétés physiques des surfaces soujacentes (sol, mur, toit, aire de séchage, ...). Les thermohygrographes utilisés ont été préalablement réétalonnés au laboratoire de Bioclimatologie de l'O.R.S.T.O.M. tout comme les anémographes. Compte tenu de ce que la responsabilité de leur bon fonctionnement est confiée à un membre de l'équipe de l'O.M.S., ce dernier a effectué un stage de formation de 15 jours au laboratoire en novembre 80. Une attention plus particulière doit être portée sur :

- la mise en place des papiers graphes sur les tambours enregistreurs des appareils;
- le positionnement des plumes sur le stylet;
- la mise à l'heure exacte des plumes par rapport aux inscriptions des graphes;
- la vérification régulière de l'état d'avancement du système horlogier et de la quantité d'encre dans les plumes.

Toute anomalie de fonctionnement doit être signalée rapidement.

Les dépouillements préliminaires sont effectués par le responsable des observations (cfr fiche) et les résultats transmis au laboratoire pour vérification et analyse.

En fonction des périodes susceptibles d'être intéressantes climatiquement, nous effectuons des passages à Bouaflé pour réaliser des mesures complémentaires concernant les échanges radiatifs et les flux d'énergie qui s'établissent entre la surface du sol et l'atmosphère.

Les premières mesures climatiques ont débuté fin novembre 1980, correspondant à la fin de la saison des pluies nous permettant ainsi de couvrir l'ensemble de la grande saison sèche caractérisée, entre autre par une modification de l'origine des masses d'air (harmattan).

Pluie: mm l'heure

Vitesse vent: km j<sup>-1</sup> (7<sup>h</sup> → 7<sup>h</sup>)

niveau 1

niveau 2

niveau 3

	Temp °C	HR %		Temp °C	HR %		Temp °C	HR %		Vitesse km/h
nini Mazi									7h 19h	
7h			7h			7h			7	
8			8			8			8	
10			10			10			10	
12			12			12			12	
14			14			14			14	
16			16			16			16	
17			17			17			17	
18			18			18			18	
20			20			20			20	
24			24			24			24	
4			4			4			4	

## R E S U L T A T S   P R E L I M I N A I R E S

### A. - E V O L U T I O N   J O U R N A L I E R E

L'oscillation journalière de la température de l'air et de l'humidité relative est caractéristique de la transformation de l'énergie solaire en chaleur. Le minimum de la température est atteint en fin de nuit suite au refroidissement radiatif et le maximum vers 14 à 16 H à la suite de l'échauffement des surfaces du sol et des toits par le soleil et du transfert de cette énergie calorifique à l'air par le phénomène de convection. Les valeurs les plus élevées et les plus faibles de la température journalière sont enregistrées au niveau le plus proche du sol (+ 2m). Les amplitudes diurnes sont amorties en fonction de la distance à la surface et du mouvement des masses d'air au-dessus du site (cfr figures).

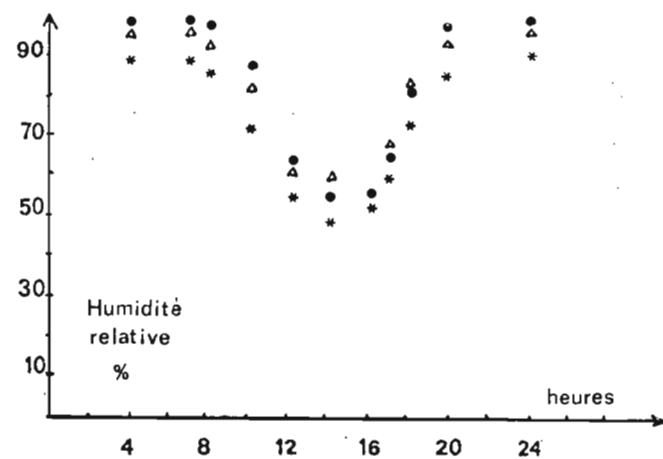
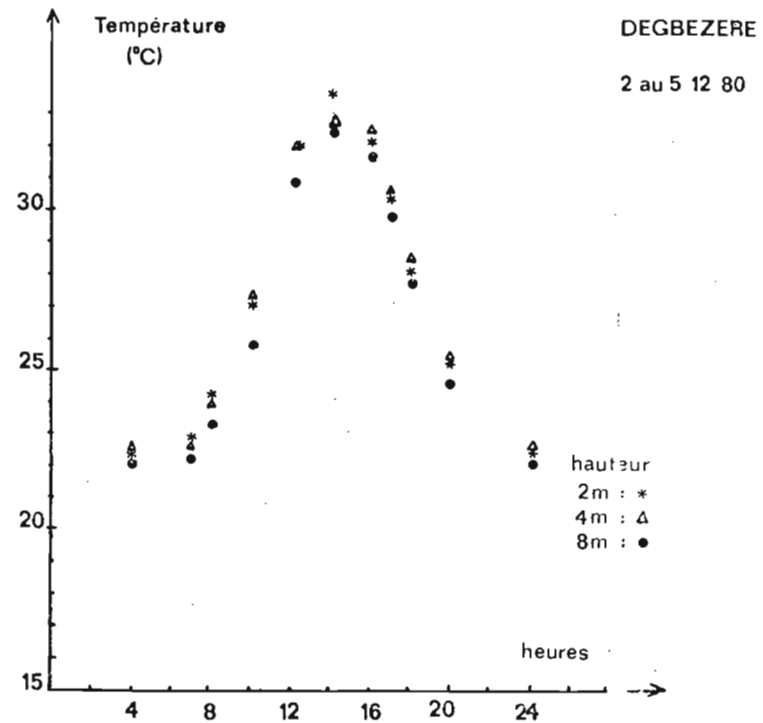
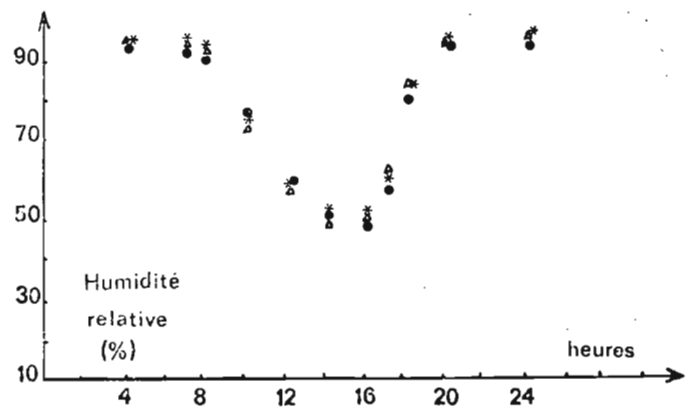
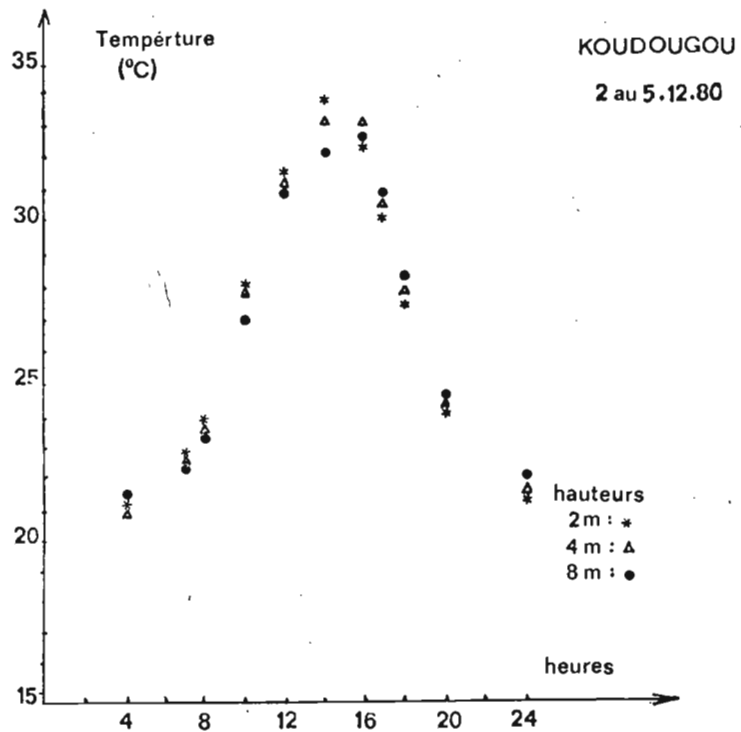
2 au 5.12.80 : aucune différence significative n'est observée entre les deux stations, l'air est humide, la tension de vapeur d'eau réelle est élevée : 25 mb.

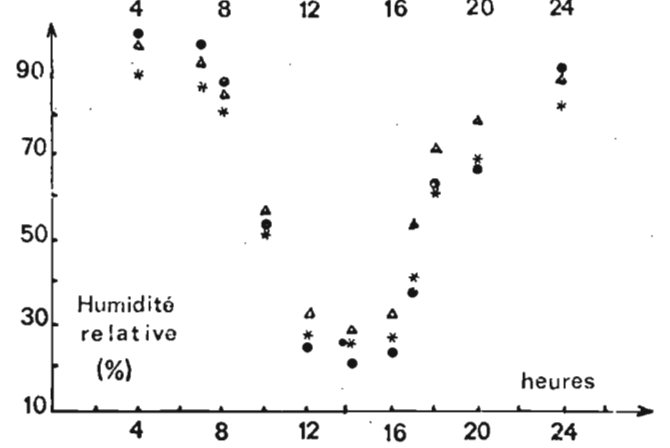
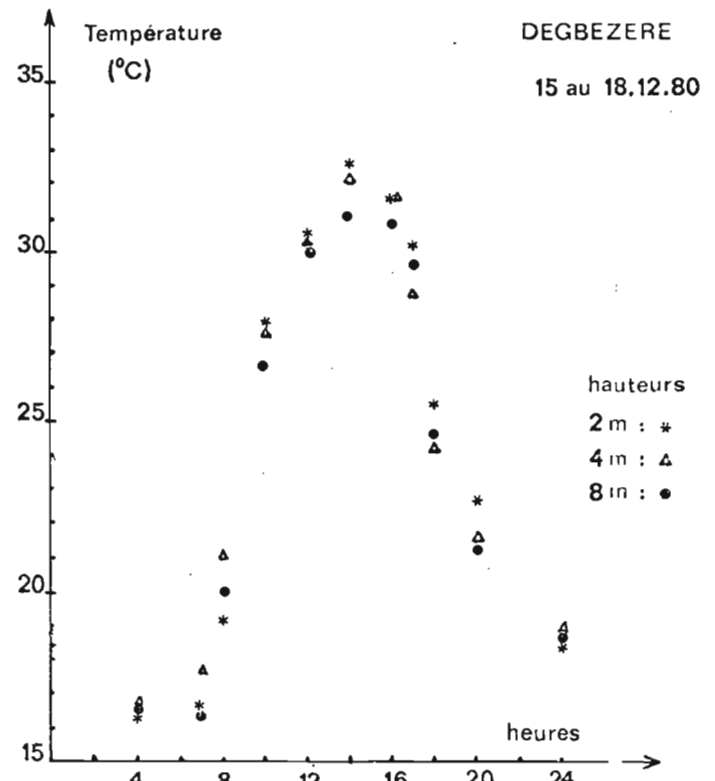
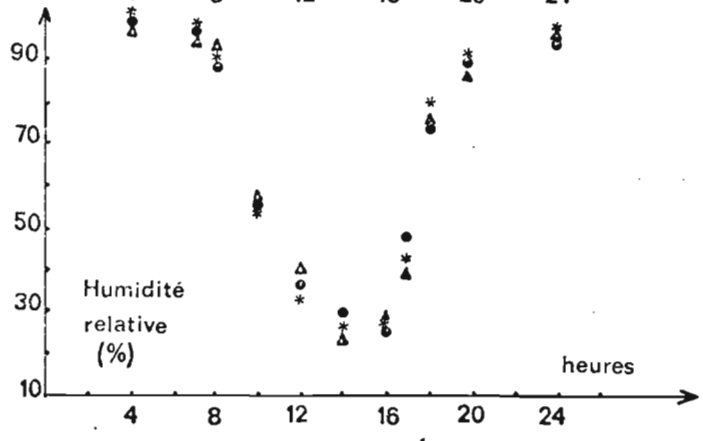
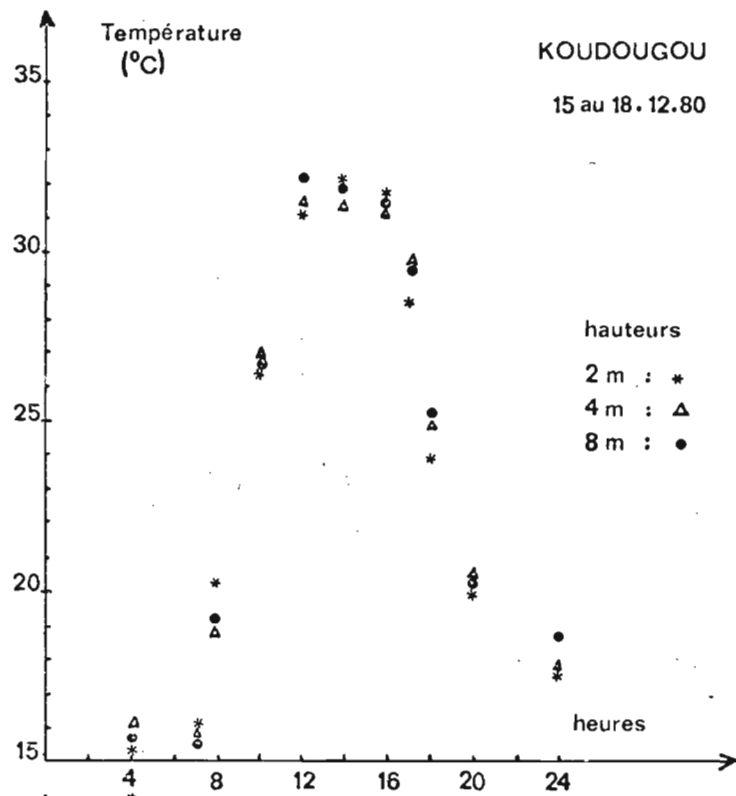
15 au 18.12.80 : malgré la modification des masses d'air (harmattan), les surfaces réceptrices redistribuent encore l'énergie solaire en flux de vapeur d'eau et en flux de chaleur sensible, le refroidissement radiatif est toutefois plus intense à Koudougou (température nocturne plus basse).

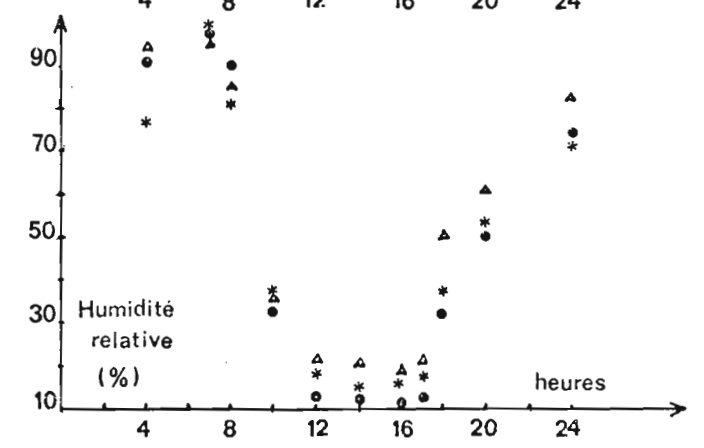
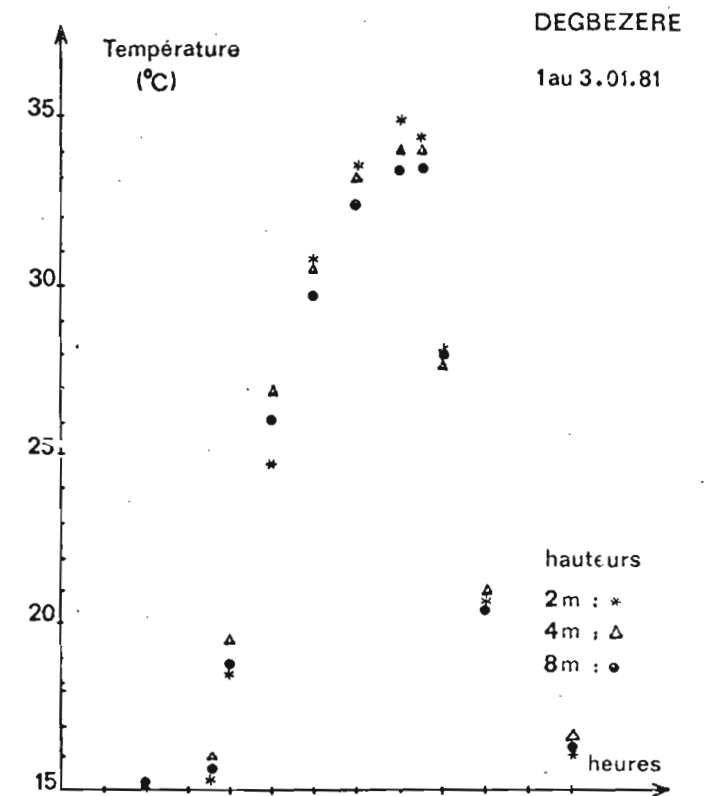
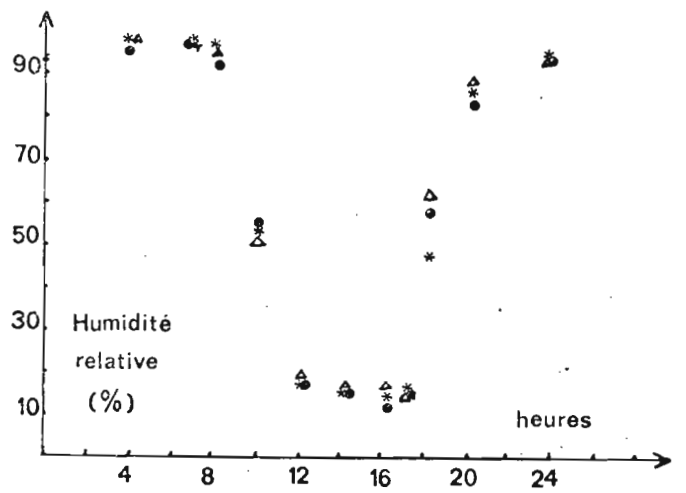
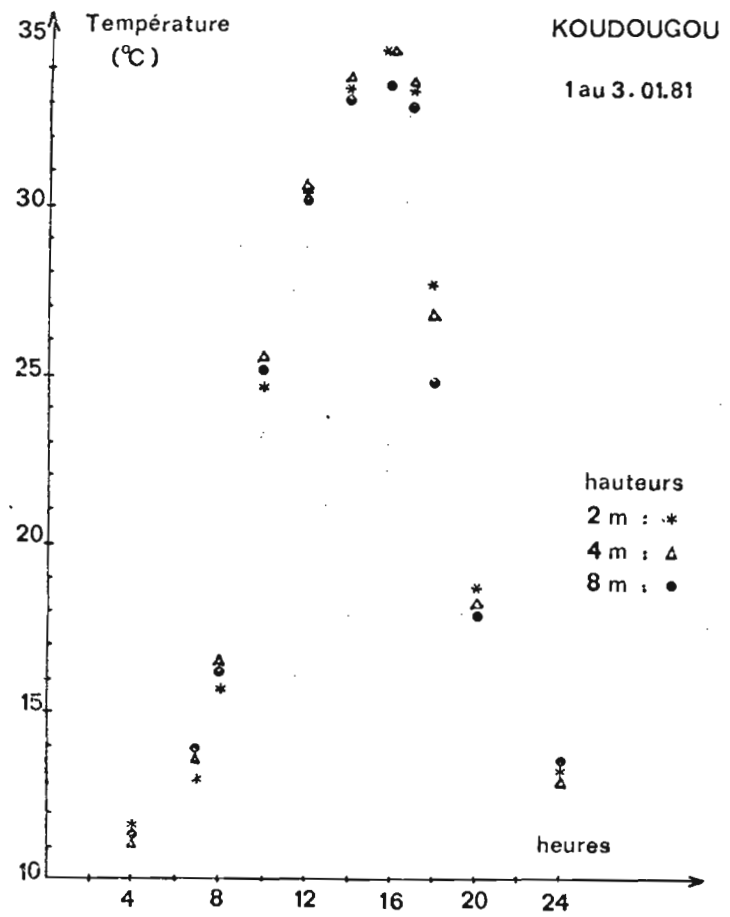
1 au 3.01.81 : au pouvoir évaporant important de l'air (déficit de saturation de vapeur d'eau de l'air : 35 mb) s'ajoute le processus de refroidissement radiatif nocturne. La résultante est une amplitude thermique importante liée à un échauffement intense des masses d'air qui est d'autant plus accentué que des surfaces plus étendues sont exposées aux échanges radiatifs. Tel est le cas de Koudougou, avec des amplitudes thermiques de 25°C alors que Degbézéré présente une amplitude de l'ordre de 21°C.

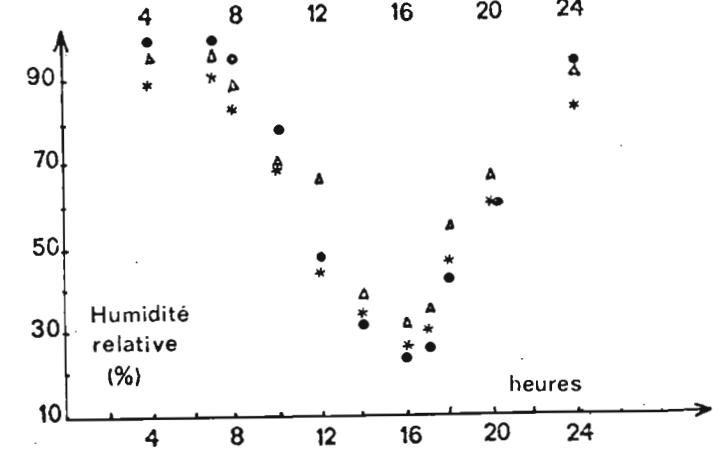
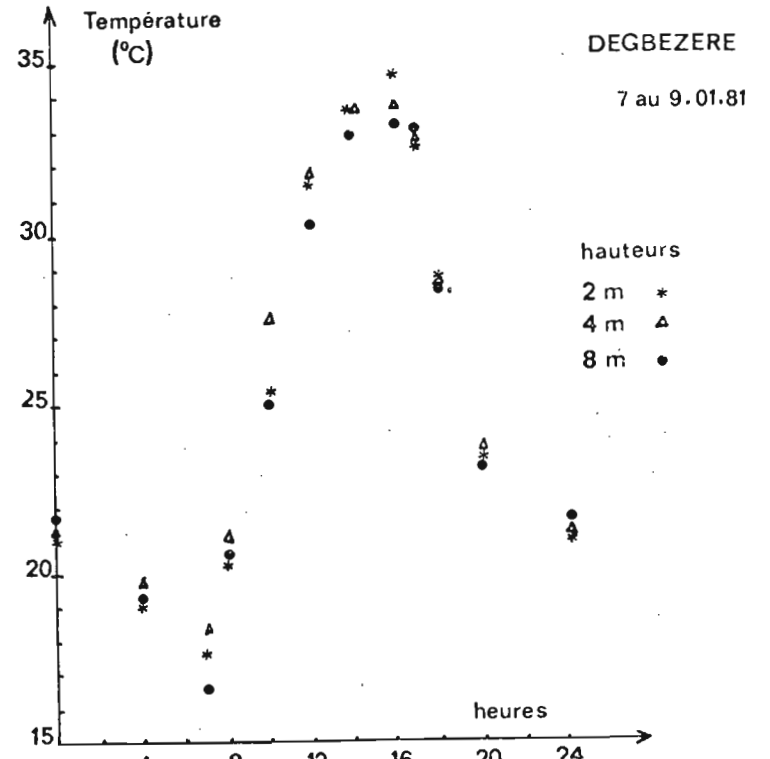
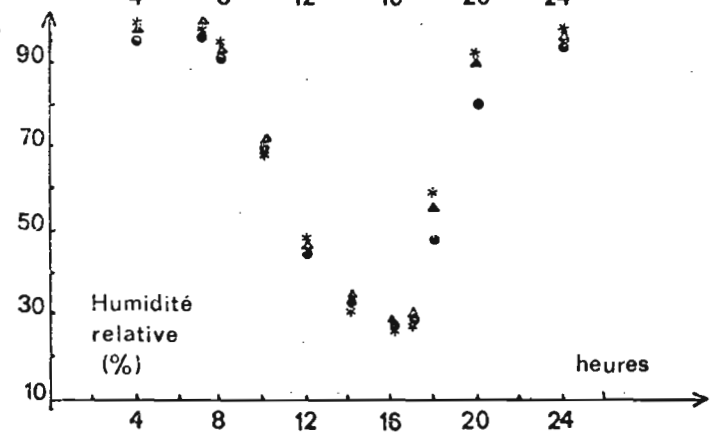
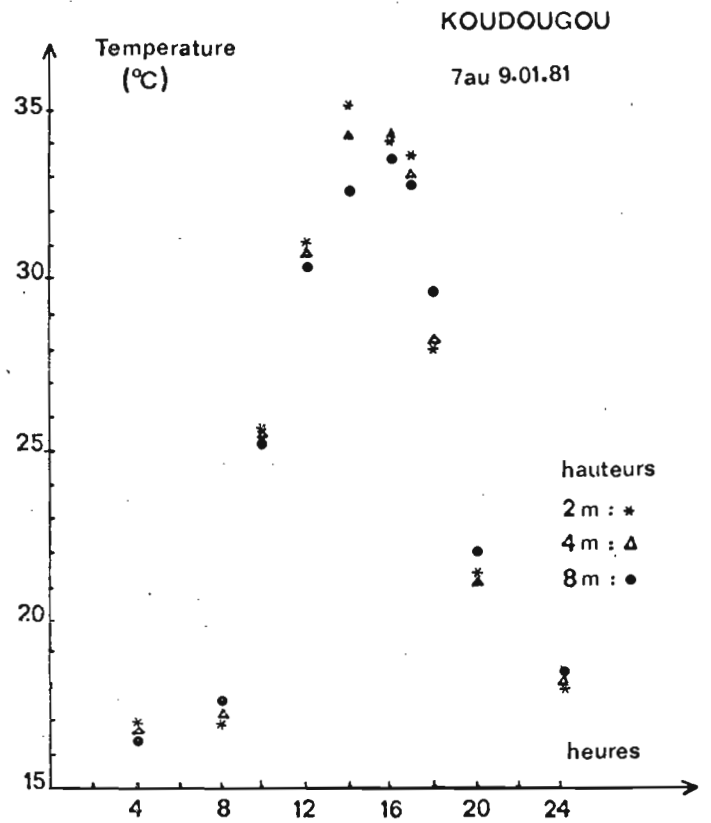
7 au 9.01.81 : le retour des masses d'air plus humides tamponne les amplitudes thermiques plus particulièrement les échanges thermiques nocturnes. Des différences entre les deux sites sont encore observées, Degbézéré étant davantage protégé par son environnement (région boisée).

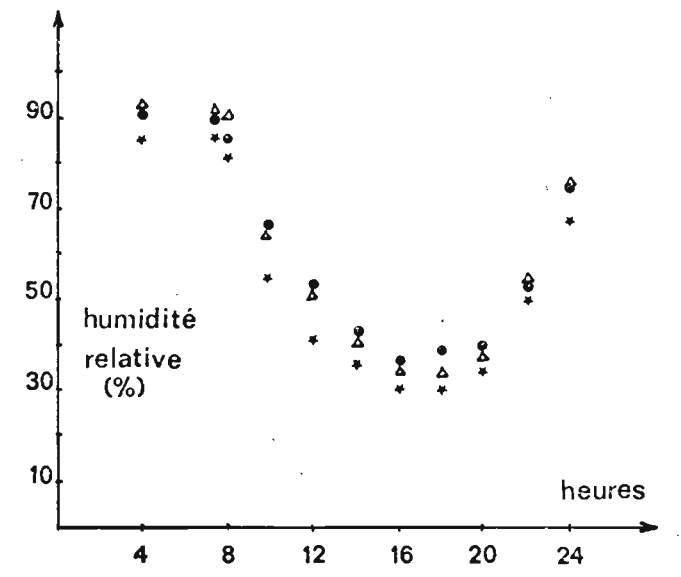
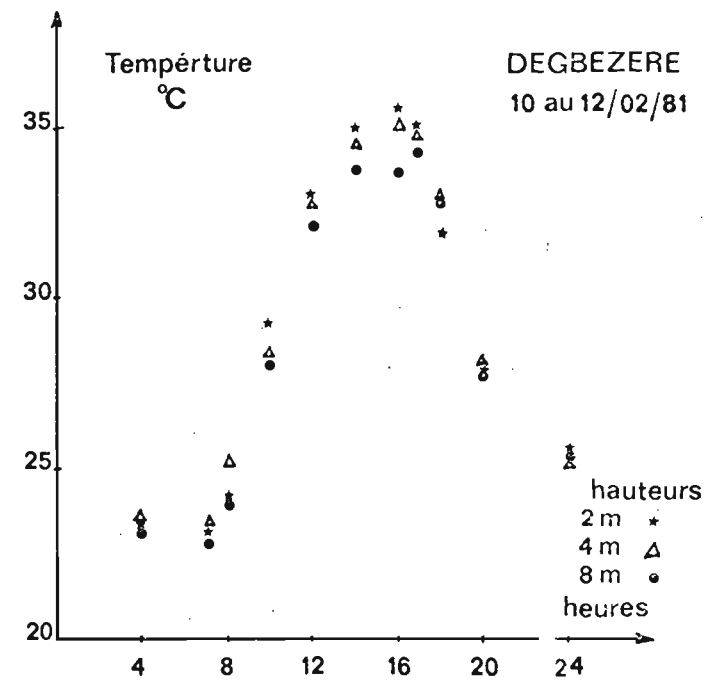
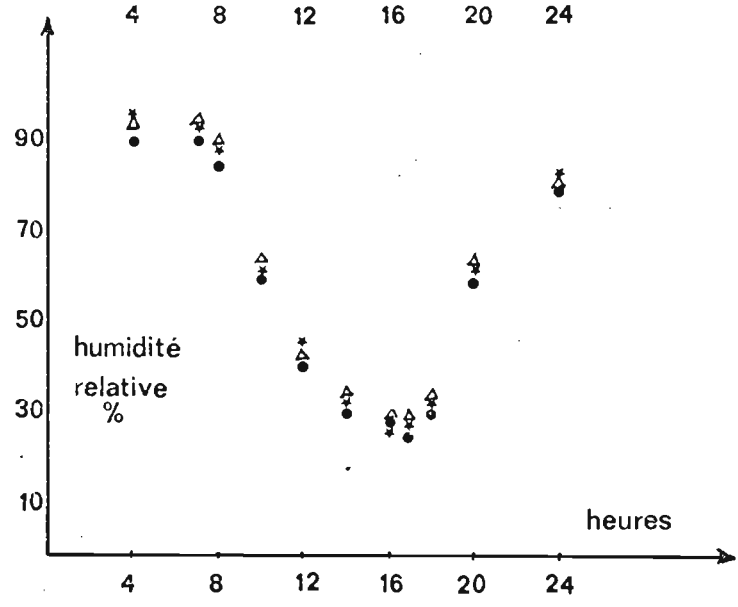
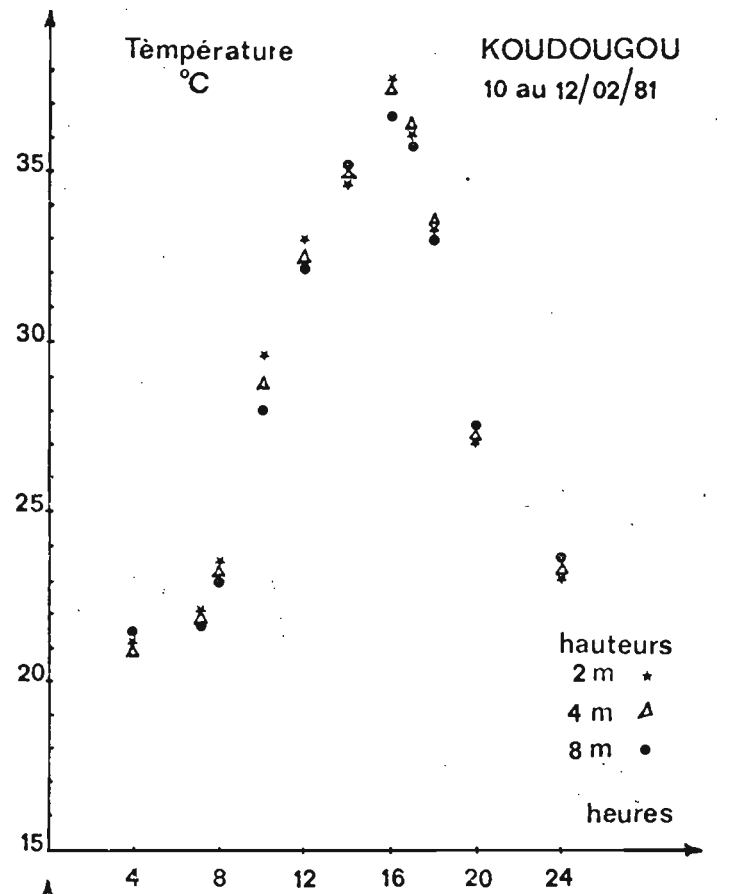


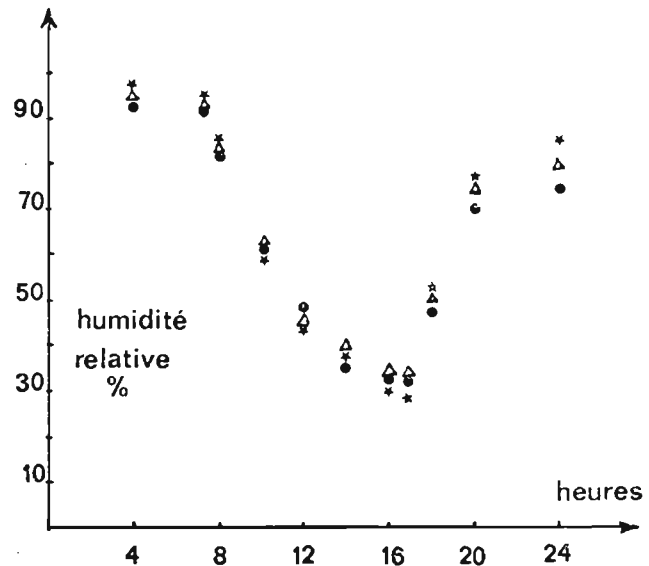
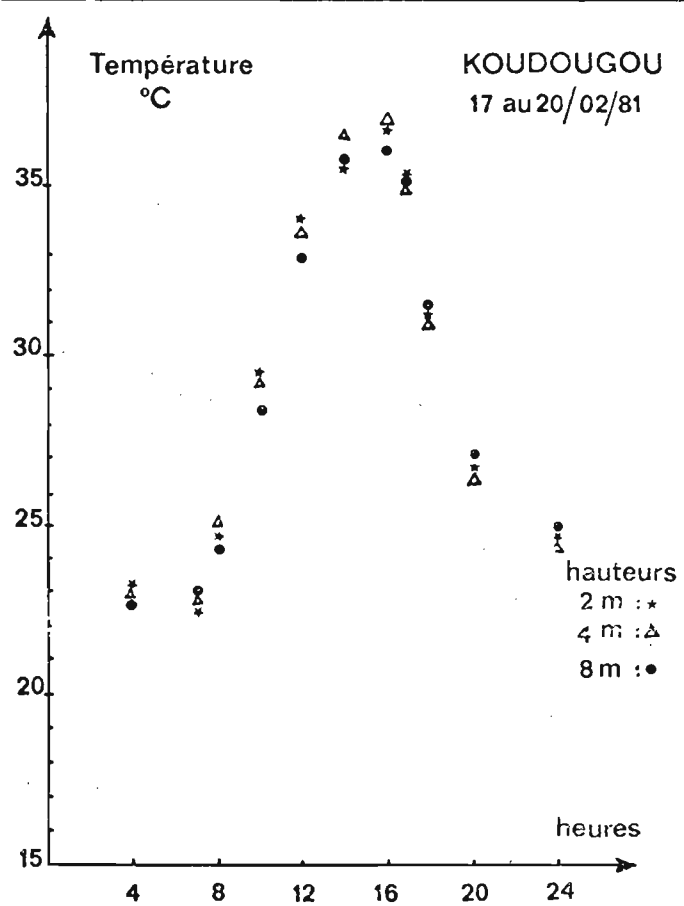
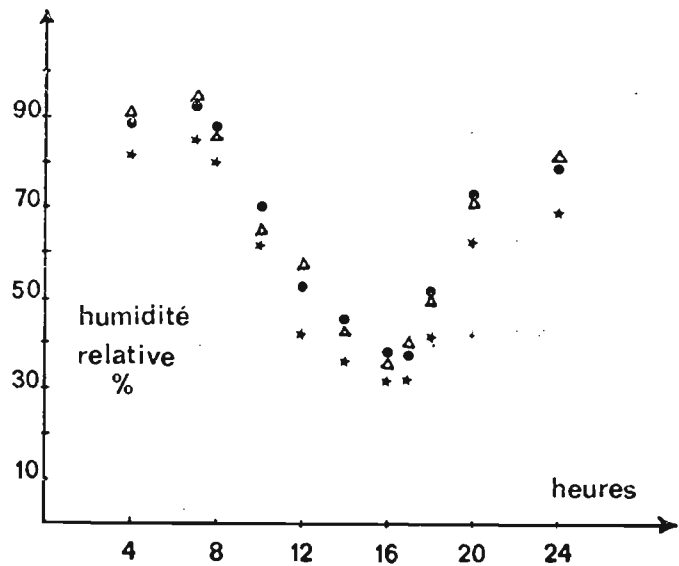
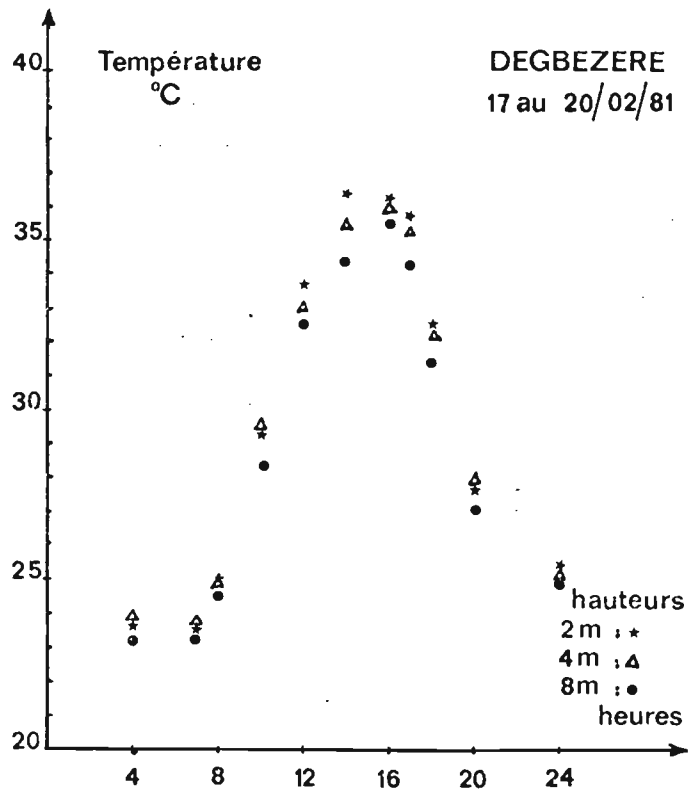












10 au 12.02.81 : l'élévation de la température maximale à 38°C à + 2m est en relation directe avec l'augmentation de la quantité d'énergie solaire reçue (15 à 20 %). La proportion d'énergie utilisée pour la vaporisation de l'eau a fortement diminué (pas de pluies). Le relai est assuré par l'accroissement des échanges de chaleur sensible c'est-à-dire que de plus en plus d'énergie solaire chauffe les différentes surfaces (sol, toits, aires de séchage, ...) qui dégagent cette chaleur dans l'air environnant.

17 au 19.02.81 : une pluie de plus de 40 mm le 13 février provoque momentanément une augmentation de la quantité d'énergie solaire atteignant le sol (élévation de la transparence atmosphérique) et une modification dans la répartition de l'énergie captée : davantage d'énergie est utilisée dans le processus d'évaporation que dans l'échauffement de l'air. Les amplitudes thermiques mesurées ne sont plus que de 14°C.

#### B. - EVOLUTION AU COURS DE LA SAISON SECHE

En fonction de l'origine des masses d'air (océanique : humide; continentale : sec), l'accroissement horaire de la température de l'air est en relation avec les quantités d'énergie reçue au sol et de sa répartition selon les différents flux. Pour les différentes journées retenues, on observe des augmentations horaires variant de 2,5 à 4,6 °C.H<sup>-1</sup> des masses d'air, selon les conditions climatiques générales. On observe en outre un certain décalage dans le temps en fonction du niveau. Ce qui semble montrer que le phénomène de brassage de l'air lié à l'échauffement du sol est relativement important et n'est pas dû au vent dont la vitesse à + 8m est inférieure à 2m.s<sup>-1</sup> avant 10 H. L'effet de la pluie est d'atténuer l'échauffement de l'air par le sol mais non par les surfaces construites qui n'emmagasinent pas d'eau. Les fluctuations de température entre + 2m et + 4m sont liées à la distribution des quantités d'énergie solaire sur les différentes surfaces : toits vers 3 à 4 m, sol et aires de séchage à 0m.

Certains jours, en particulier durant le passage de l'harmattan, le phénomène d'inversion thermique peut être observé en fin de journée et au début de la nuit à Koudougou. Ce phénomène ne s'observe quasiment pas à Degbézéré.

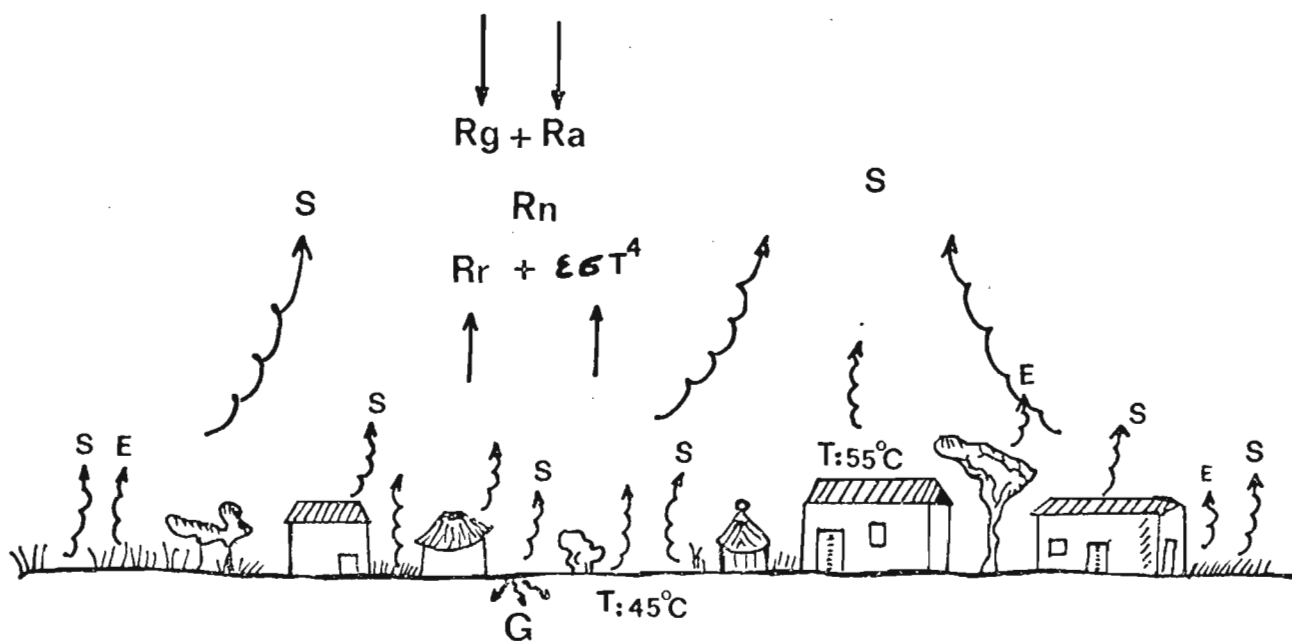
DATE	KOUDOUGOU				DEGBEZERE				
	accroissement horaire de la température	T <sub>m</sub>	T <sub>M</sub>	e	accroissement horaire de la température	T <sub>m</sub>	T <sub>M</sub>	e	
2 au 5.12	2,0	20,6	34,8	25,6	2,0	21,8	34,7	24,7	
15 au 18.12	3,7	14,2	33,6	11,5	3,6	15,5	33,1	11,6	
1 au 3.01	4,6	10,7	35,3	8,0	3,4	12,7	35,1	9,1	
7 au 9.01	4,3	13,9	36,8	17,4	2,8	15,7	35,4	17,3	
10 au 12.02	3,0	20,5	36,2	16,8	2,2	22,9	36,9	18,6	
pluie de 40 mm									
17 au 19.02	2,5	21,4	37,2	19,1	2,2	22,8	37,5	20,6	



## DISCUSSION GENERALE

La sédimentation des nuages d'aérosols contenant l'insecticide peut être favorisée par l'inversion thermique de l'air. Les premiers résultats n'ont pu mettre jusqu'à présent ce phénomène en évidence de façon bien nette (si ce n'est en fin de journée en période d'harmattan).

Par contre, l'importance de l'échauffement des surfaces réceptrices au sol entraîne des échanges de chaleur avec l'air ce qui suppose un transfert intense de calories à l'interface sol-air. Ce transfert à caractère convectif crée des turbulences dans les masses d'air génératrices de mouvements ascendants importants. Ils seront d'autant plus importants que la surface réceptrice est grande et qu'aucun obstacle n'est susceptible de perturber leur mouvement (absence d'arbres) cfr schéma I.

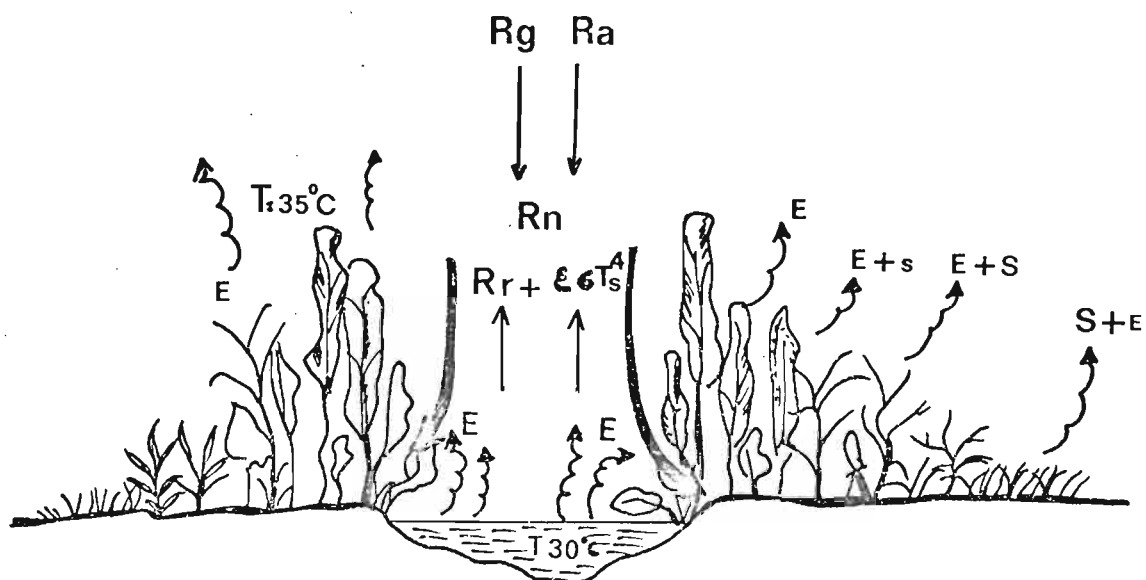


Des mesures sont en cours pour déterminer l'importance de ces mouvements ascensionnels qui semblent être la cause des perturbations de la sédimentation des aérosols pulvérisés. Quant aux mouvements horizontaux des masses d'air, ils sont généralement de faible vitesse : 1 à 3 km.H<sup>-1</sup> avant 10 H puis atteignent 6 à 8 km.H<sup>-1</sup> aux heures les plus chaudes. La période nocturne est généralement très calme, le vent est pratiquement nul. Toutefois, fin décembre et début janvier (harmattan) le vent a soufflé quasi continuellement du nord-nord-est à une vitesse de 0,7 à 2,0 m.s<sup>-1</sup>.

### DIRECTION DE RECHERCHE

Il semble qu'une mauvaise compréhension des phénomènes mis en jeu ait conduit à transposer une méthode de lutte qui a fait ses preuves dans les conditions du Sahel, dans un contexte différent.

En effet, en région sahélienne, les épandages aériens s'effectuent durant la saison sèche mais en général au-dessus des cours d'eau (schéma II).



Si le bilan radiatif est élevé compte tenu de la surface réceptrice, la fraction d'énergie captée est principalement utilisée dans le processus d'évaporation et de transpiration. Cela crée un microclimat dont le confort thermique et hydrique est favorable au maintien d'un grand nombre d'espèces animales dont la glossine. La masse d'air, en relation avec la température de l'eau et de la végétation est stable et la sédimentation des aérosols ne rencontrerait pas de mouvement d'air opposé.

Dans la zone de transition forêt-savane, l'homogénéité de l'épendage sera fonction entre autre de l'importance de la répartition de l'énergie solaire captée par les surfaces. En effet, au-dessus des zones arborées, le processus d'évapotranspiration est élevé (60 à 70 % du rayonnement net) et peut descendre en fin de saison sèche à 30 à 40 % de  $R_n$ . Quant aux échanges calorifiques, ils correspondent grosso modo à la fraction d'énergie résiduelle.

Par contre, si la zone est vaste et dénudée et occupée essentiellement par des surfaces construites, l'énergie captée est principalement restituée à l'atmosphère sous forme de chaleur. Les différences de températures entre le sol et l'air (instabilité thermique) provoquent des mouvements importants dans les masses d'air qui peuvent s'opposer à la sédimentation des aérosols de faible diamètre. 60 à 70 % de l'énergie captée sont ainsi utilisés à l'échauffement de l'air.

Cette hypothèse est en cours de vérification. Des mesures des bilans et d'échanges d'énergie ont été réalisées et sont en cours de dépouillement. L'analyse du bilan d'énergie permettra d'estimer la quantité d'énergie restituée à l'atmosphère sous forme calorifique. La connaissance du flux de chaleur sensible conduirait à mettre en évidence l'importance de la convection thermique et éventuellement de calculer la vitesse ascensionnelle de l'air. L'on comprend dès lors que la vitesse de chute des aérosols doit être supérieure à la vitesse d'ascension de l'air si l'on veut que l'insecticide arrive sur le lieu de repos des insectes.

C O N C L U S I O N

Bien que les perturbations remarquées semblent trouver une justification dans l'étude des transferts convectifs, il est encore prématuré, au stade actuel, de donner une explication définitive des raisons pour lesquelles l'insecticide n'arrive pas en concentration suffisante sur les lieux de repos des glossines.

L'étude en cours doit permettre de préciser les hypothèses issues des premières mesures. Compte tenu des remarques ci-dessus, l'analyse des paramètres envisagés doit être poursuivie de manière à disposer d'un cycle annuel d'observations climatiques qui permettront de mieux définir les périodes favorables à l'efficacité de l'épandage.