

ORSTOM
* * * * *
INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

Influence de la topographie
et de l'exposition aux vents dominants
sur les mesures de précipitation

par

Marc MORELL

U.R. 102 , Centre ORSTOM de Guadeloupe

Journées hydrologiques de Montpellier

16 et 17 septembre 1986

SOMMAIRE

Pages

Résumé	67
Introduction	68
Constat	72
Analyse théorique	76
L'incidographe	81
Conclusion	86

RESUME

Le vent apparait comme une des principales causes d'erreur dans la mesure des précipitations .

En Guadeloupe, il a été observé que la distorsion des mesures sur une zone de pluviométrie supposée homogène à l'échelle de la région, pouvait atteindre, d'un site à un autre, 200% au niveau journalier et 50% au niveau mensuel ou annuel.

Ainsi le choix du site d'implantation d'un pluviomètre, par rapport à une irrégularité topographique ou par son exposition aux vents dominants, déterminera la qualité des mesures et leur représentativité de la pluviosité locale.

Une analyse de l'effet associé du vent et de la topographie sur la distribution des précipitations a été abordée par M.Poreh et E.Mechrez, de l'Institut Israélien de Technologie.

La mise au point en Guadeloupe d'une methodologie de mesures simultanées de l'angle d'incidence de la pluie et de la vitesse du vent, autorisée par l'utilisation d'enregistreurs électroniques sur mémoire statique, permet d'analyser le phénomène à l'échelle de l'averse.

Ce document constitue une approche de cette problématique, et n'apporte pas encore de conclusion, les observations et analyses étant en cours.

ABSTRACT

The wind speed seems to be one of the main sources of error of rainfall measurements.

In Guadeloupe, the discrepancies between measurements, on an area which can be considered as homogeneous from a rainfall point of view, reach 200% for daily rainfall, and 50% for an monthly or annual rainfall.

Therefore the choice of a measurement site is very crucial. The quality of the data is determined by such factors as its position with respect to surrounding hills and its exposure to the prevailing winds.

M.Poreh and E.Mechrez (Technion Institute of Technology, Haifa) have already studied the effect of wind and topography on rainfall distribution.

In Guadeloupe, we have design an instrument to record the angle of rainfalls and the associated wind speed, using the static memory recorders. This allows us to study the effect of wind at the time of the rainfall event.

This article deals only the way to analyse this effect, but does not brings any conclusions, since the measurement compaign is not yet acheived and the data collected not yet processed.

INTRODUCTION

Les motivations de l'analyse de la distorsion des mesures de précipitations due à l'effet conjugué du vent et de la topographie, entreprise en Guadeloupe, sont de deux ordres :

- il n'y a qu'un intérêt relatif à mesurer les précipitations en un site, si on ne peut en tirer des conclusions au niveau de la zone sur laquelle il est censé fournir des informations significatives et représentatives. L'hydrologue jugera notamment la qualité d'un poste pluviométrique par la validité du transfert de la mesure de la précipitation météorologique ponctuelle à l'estimation de la précipitation hydrologique sur le bassin versant ou la région avoisinante ;

- dans le cadre de l'étude de l'influence du relief sur les précipitations, engagée par l'UR 102, il convient de caractériser les effets de l'environnement sur les mesures des précipitations, afin de mettre en évidence et d'isoler le rôle du phénomène orographique sur la distribution des pluies.

Définitions

De multiples notions sont contenues dans les termes 'pluviométrie', ou 'mesure de précipitation'. Afin de lever toute ambiguïté, et pour permettre de cerner le cadre exact de cette étude, certaines définitions doivent être précisées.

La mesure de précipitation par un pluviomètre standard (400cm², 1m sol), n'est qu'un indice de la lame d'eau précipitée atteignant le sol.

Les écarts constatés entre les mesures de précipitation à différents niveaux du sol sont importants, et sont expliqués par la déformation du champ du vent à proximité du sol (cf P.Chevallier Journées Hydrologiques de Montpellier - septembre 1986).

La lame d'eau précipitée au travers d'une bague horizontale de 400 cm² à 1m du sol, appelée simplement 'mesure de précipitation' ou 'précipitation météorologique ponctuelle', sera représentée par P_m.

Soit θ l'angle de plus grande pente que fait le sol avec l'horizontale, et ϕ l'angle d'inclinaison des filets d'eau par rapport à la verticale.

La précipitation à travers un capteur incliné dont la bague est parallèle au sol sera appelée 'précipitation hydrologique ponctuelle', et sera représentée par P_h:

$$P_h = P_m (\cos \theta + \sin \theta \tan \phi \cos(z_a - z_b)) \quad (\text{figure 1})$$

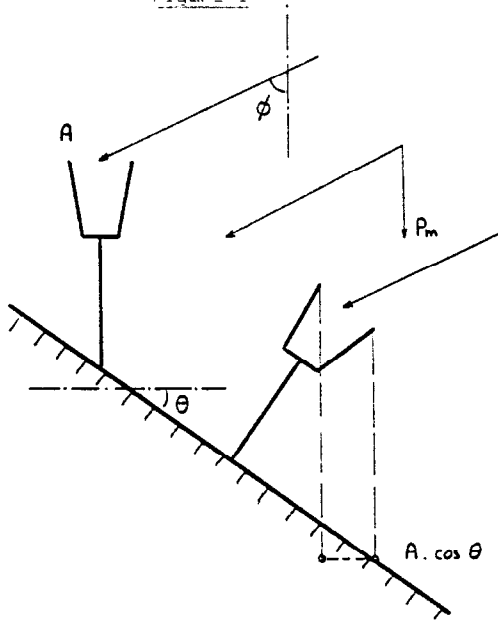
avec z_a : azimut de la pente du terrain
et z_b : azimut d'inclinaison de la pluie

La 'précipitation hydrologique projetée', soit P_p , est définie par le rapport du volume d'eau recueilli par le pluviomètre incliné à la surface projetée de la bague sur un plan horizontal. Elle est liée à P_h par :

$$P_p = P_h / \cos \theta$$

Le terme 'intensité' ou 'intensité de précipitation' sera la précipitation météorologique ponctuelle par unité de temps.

Figure 1



Influence de la pente du terrain et de l'angle d'incidence sur les mesures de précipitations

L'effet vent topographie

Le choix du site d'implantation d'un pluviomètre est déterminant, notamment par son exposition aux vents dominants, et par sa localisation par rapport aux configurations topographiques environnantes :

'L'effet vent' :

Il est communément admis que la principale cause d'erreur dans la mesure des précipitations est le vent :

- l'environnement immédiat du site par la présence d'obstacles (arbres, maisons ...) modifie le champ du vent à proximité du pluviomètre.

- la présence du capteur, lui même, induit des turbulences aérodynamiques qui se traduisent par un déficit de captation parfois important.

Il s'agit là de causes d'erreur qui interviennent directement sur la mesure de la précipitation météorologique ponctuelle P_m .

De nombreuses études traitent de ce sujet. Des solutions telles que l'utilisation d'écrans, ou de pluviomètres en fosse sont proposées pour améliorer la détermination de P_m .

Mais la connaissance de la précipitation météorologique, aussi précise soit-elle, n'est pas suffisante pour estimer dans tous les cas la précipitation hydrologique, même ponctuelle :

Dans un champ de vent homogène d'écoulement laminaire, non perturbé par un relief, par des irrégularités de terrain, ou par des obstacles, les trajectoires des gouttes de pluie sont déviées de la verticale d'un angle d'inclinaison ϕ que l'on peut supposer invariable d'une certaine hauteur au dessus du sol, jusqu'au capteur horizontal.

Dans ces conditions idéales, et bien que la mesure de précipitation météorologique P_m soit supposée exacte, la précipitation hydrologique ponctuelle ne peut être déterminée que dans 2 cas :

- soit la pente du sol θ est nulle
- soit le terrain étant pentu, l'angle d'incidence ϕ de la pluie est connu.

Cela prouve les difficultés que l'on rencontre, en région montagneuse, pour déterminer les lames d'eau réellement précipitées au sol sur les bassins versants à forte pente à partir des seules mesures de P_m .

Dans ce cas, la théorie et l'expérience montrent que les pluviomètres à ouverture inclinée parallèle au sol fournissent une meilleure estimation de la pluviométrie hydrologique.

'L'effet topographie' :

La présence d'une configuration topographique même de petite échelle perturbe le champ du vent, et peut modifier considérablement la distribution des précipitations, de sorte que la localisation d'un pluviomètre par rapport à cette configuration déterminera l'échantillon des précipitations mesurées.

Objectif :

Finalement, l'effet du vent modifié par la topographie, l'environnement immédiat, et l'appareil lui même, fait qu'un pluviomètre standard ne fournit, qu'une mesure biaisée de la composante verticale de la précipitation à 1m du sol. Elle ne constitue, souvent, qu'un indice plus ou moins représentatif de la quantité d'eau réellement tombée au sol dans les environs.

CONSTAT

La Guadeloupe par l'effet de convection qu'entraîne la présence de ses terres, et le phénomène orographique créé par l'obstacle qu'offre sa chaîne montagneuse aux alizés, recoit en année normale environ 3 à 4 milliards de m³ d'eau ; ce qui correspond à une lame d'eau moyenne de l'ordre de 2 à 3 fois la pluviométrie sur l'océan qui l'entoure, estimée à environ 900mm.

Cette lame d'eau est très inégalement répartie puisqu'elle évolue entre 1m sur la bordure atlantique de la Grande Terre, et 10m sur les sommets de la Basse Terre, pour atteindre à nouveau 1m dans le Sud de la Cote sous le vent.

Les vents de secteur Est sont dominants, et représentent 90% des observations de la station Météorologique du Raizet.

Le réseau pluviométrique est assez dense (1 poste/10km²), par le passé, essentiellement développé en plaine, mais de nombreux postes ont été installés en altitude par l'ORSTOM, au cours de ces dernières années.

Lors d'une analyse pluviométrique, une solution simple pourrait être apportée en écartant les postes trop exposés, ou tout poste qui semblerait présenter une localisation trop particulière, pour ne retenir que les postes jugés représentatifs ; mais sur quels critères ? .

De plus, cela reviendrait à nous priver d'une quantité d'informations non négligeable, et à éluder le problème pour les postes retenus, qui sont, tout de même, eux aussi, concernés par 'l'effet vent-topographie'.

En fait, deux cas particuliers ont eu le mérite de nous amener à prendre en considération ce phénomène, et vont constituer un matériel privilégié dans l'étude de celui-ci.

Le pluviographe de Port Blanc

Le poste pluviographique de Port Blanc, situé en Grande Terre, à 100m d'altitude, dans la région très vallonnée des Grands fonds a été implanté par l'ORSTOM en 1968 .

Il devrait constituer un poste de référence par sa localisation sur le bassin de la Grande Ravine, dont il a été l'unique indicateur pluviométrique, et par 18 années de relevés de bonne qualité.

La représentativité de ses données n'est cependant pas la principale de ses qualités, car ce poste accuse des déficits évidents soulignés par :

- les résultats de la Synthèse des ressources en eau
- l'analyse hydro-pluviométrique tentée sur le bassin de la Grande Ravine

et expliqués par sa situation sur une crête exposée aux vents dominants.

Afin de quantifier les différences que l'on pourrait constater entre Port Blanc et un poste très voisin, mais situé dans un lieu abrité des vents, le poste de Masselin a été implanté en avril 1984, dans un bas fond, à 40m d'altitude, à 500 m environ au sud-est de Port Blanc.

La comparaison des données de ces 2 postes en 1984, 1985, et 1986 est instructive :

Pluviométrie mensuelle en mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<u>1984</u>												
P.B.					(72)	125	111	61	233	318	375	53
Mas.					(81)	164	153	94	314	375	458	70
<u>1985</u>												
P.B.	38	66	112	113	60	33	89	111	334	324	281	87
Mas.	56	100	145	143	85	46	133	128	392	410	311	111
<u>1986</u>												
P.B.	84	63	45	147	137	101						
Mas.	-	-	-	138	130	106						

Sur la période de mai 1984 à décembre 1985, soit 20 mois, Masselin accuse une pluviométrie supérieure globalement de 26% à celle de Port blanc.

Les excédents mensuels sont systématiques, et varient entre 11% et 54% . Au cours d'averses accompagnées de fortes rafales de vent, Masselin fournit des relevés supérieurs de plus de 30% à ceux de Port Blanc.

Au cours des 3 premiers mois de l'année 1986, l'appareil de Masselin a subi des dégradations qui ont interrompu son fonctionnement.

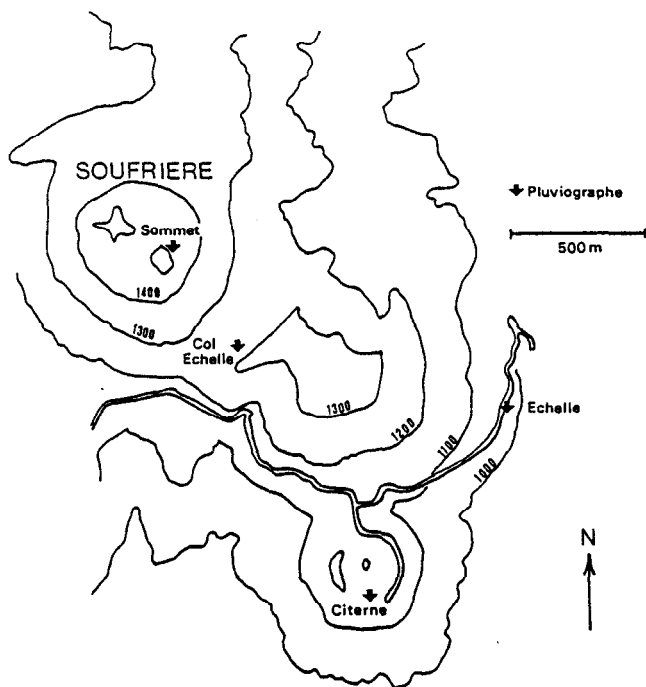
En avril mai et juin 1986, les totaux aux 2 pluviographes étaient semblables. Ceci s'explique par une distribution spatiale relativement homogène des précipitations, au cours d'averses accompagnées de peu de vent.

Il apparait donc que le cas de Port Blanc, auquel ne correspond pourtant pas des conditions extrêmes d'exposition, prouve que le choix du site, à quelques centaines de mètres près, est déterminant.

Le pluviographe de l'Échelle

Le poste pluviographique de l'Échelle est situé au vent du massif de la Soufrière à 1040m d'altitude, sur un versant particulièrement pentu et exposé aux vents d'Est.

Figure 2



Localisation des postes de la Soufrière

Le poste de l'Echelle met en évidence un déficit de 50% par rapport au poste de la Citerne situé à 1150m d'altitude, en un lieu moins exposé.

Lors du passage du cyclone David le 29 août 1979, accompagné de forts vents d'Est, 103mm étaient mesurés à l'Echelle, alors que 300mm à 400mm étaient enregistrés à la plupart des postes de la Basse Terre, situés à une altitude inférieure.

Ce faible total enregistré à l'Echelle s'explique aisément par la présence de vents ascendants sur le site même.

Le pluviographe de l'Echelle, dont les données ne sont pas significatives, est un exemple flagrant du type d'implantation à éviter.

Recommandations

Ainsi, le poste de Port Blanc n'est certainement pas représentatif de la région des Grands Fonds ; encore moins le poste de l'Echelle des versants au vent de la Soufrière.

Les effets de l'exposition des pluviomètres aux vents dominants, de l'environnement des sites, ou ceux induits par la topographie sont connus des météorologues et des hydrologues.

Ces facteurs sont pris en compte lorsqu'il s'agit d'attribuer à tel ou tel poste un critère de qualité ; mais il est rare qu'un auteur écarte les relevés d'un poste trop exposé, insiste sur le manque de fiabilité de l'information recueillie, ou à fortiori, s'efforce de la corriger.

Le plus souvent, les données brutes d'une station, même peu représentative, sont critiquées, analysées, ajustées avec beaucoup de soin, et le nombre de chiffres significatifs attribué aux résultats semble attester de la précision de l'information.

Cela peut être regrettable pour de nombreux lecteurs peu avertis qui prendraient au 'pied du chiffre' les valeurs présentées.

Ces 2 exemples de postes exposés aux vents dominants montrent, si besoin s'en fait, l'importance du biais introduit par la topographie, tant en région vallonnée qu'en zone montagneuse.

Ce constat impose les précautions qui doivent accompagner toute analyse pluviométrique.

Quoiqu'il en soit, en période fortement ventilée, lors de passage de dépressions ou de cyclones, la mesure de la précipitation météorologique Pm n'est pas représentative de la quantité d'eau transportée dans l'atmosphère. Ceci peut aussi expliquer, en partie, les difficultés que posent l'étalonnage des radars, ou la mise au point de certains modèles de simulation de nuages.

ANALYSE THEORIQUE

De nombreux chercheurs se sont intéressés à l'effet du vent sur la mesure des précipitations .

Il s'agit d'études diverses telles que :

- des analyses théoriques de déviation des trajectoires des gouttes dans un flux d'air
- des comparaisons entre différents types de pluviomètres, ou entre des capteurs implantés à différentes hauteurs au dessus du sol
- des études prenant en considération l'effet du vent à des pas de temps allant de la durée de l'averse au mois
- ou d'autres, conduisant à une évaluation globale de la distorsion due à la topographie, etc...

A l'ORSTOM, l'effet de distorsion des mesures pluviométriques associé à la topographie et au vent a déjà été mis en évidence par plusieurs chercheurs.

- Y. Brunet-Moret dans l'Étude générale des averses exceptionnelles en Afrique occidentale, soulignait l'influence du relief local ou de la grande forêt sur la valeur de γ , paramètre de distribution de la loi de Pearson III, appliquée aux précipitations journalières.

- J. Guiscafré dans l'Étude des ressources en eau de surface de la Martinique ainsi que Y. L'Hôte et Vuillaume dans celle de la Guadeloupe soulignent l'effet de crête qui affecte certains postes.

- D. Ibiza, sur des bassins du Nord Tunisien, note que le phénomène de 'distorsion sous l'action combinée du relief et du vent', déjà rencontré à Madagascar, concerne des 'bassins de petite dimension', et que ses effets doivent être soulignés 'avec vigueur'. D. Ibiza met en évidence des déficits de pluviométrie des versants exposés par rapport aux versants abrités, de 20% sur l'année, pouvant atteindre 50% en période de pluie fine et de fort vent.

L'étude la plus complète, réalisée à ce jour sur le sujet, semble être l'analyse faite par Michael Poreh et Ehud Mechrez, de l'Institut Israélien de Technologie d'Haifa : "L'effet associé du vent et de la topographie sur la distribution des précipitations", parue en 1983.

M. Poreh et E. Mechrez étudient ce phénomène par l'analyse théorique du mouvement des gouttes de pluie dans un champ de vent non homogène.

Ils définissent, par T , le temps de réponse caractéristique d'une goutte, qui est le temps qu'elle met, entrant dans un nouveau champ de vent pour atteindre sa nouvelle vitesse d'équilibre, et par S la distance parcourue dans le temps T .

Les temps et distances de réponse sont 2 fois plus importants pour les modifications de vitesse horizontale que pour les changements de vitesse verticale .

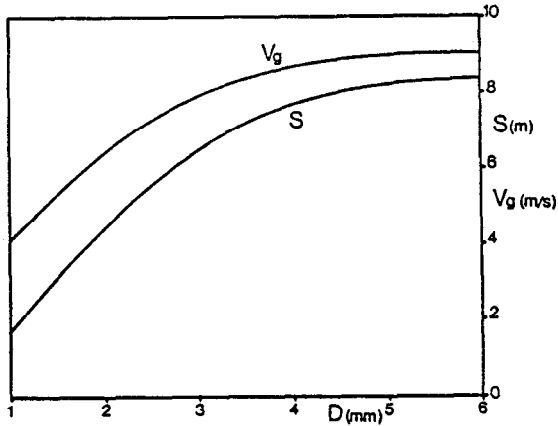
La réponse d'une goutte de pluie de diamètre D donné sera finalement caractérisée par sa réaction aux changements de vitesse horizontale :

$$T = V_g / G \quad S = V_g^2 / G$$

où V_g est la vitesse de chute libre en air calme en m/s, et G l'accélération de la pesanteur en m^2/s .

La figure 3 présente la liaison entre V_g, S et D, en air calme :

Figure 3



Vitesse de chute et distance de réponse d'une goutte en fonction de son diamètre

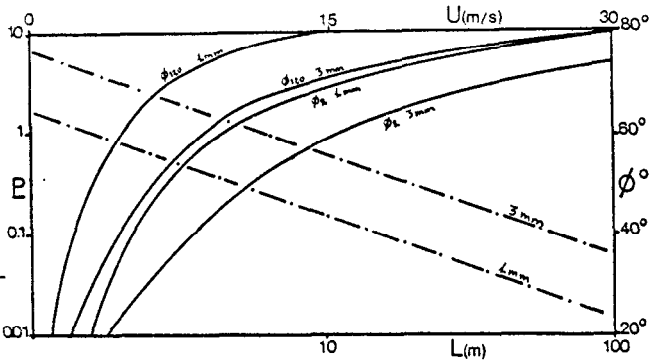
L est la distance caractéristique de la topographie, relative à la dimension de l'espace à l'intérieur duquel le champ d'écoulement du vent est altéré. En dehors de cet espace, le vent dont la vitesse U est supposée horizontale et constante, dévie les gouttes d'eau d'un angle ϕ .

Soit P le nombre sans dimension défini par :

$$P = S/L = V_g^2 / GL$$

M.Poreh et E.Mechrez ont dressé des abaques établissant la liaison entre le nombre P, le diamètre de la goutte D, la vitesse du vent U, et l'angle d'inclinaison à 2m et 120m d'altitude.

Figure 4



Liaison entre P, ϕ , D et U

Deux régimes asymptotiques du mouvement des gouttes d'eau dans l'espace perturbé sont différenciés selon la valeur de P.

P > 1 :

- Le régime P>1 décrit les cas où l'on rencontre :
- de grosses gouttes de pluie
 - de faibles perturbations topographiques (petite colline, maison, etc...).

Le temps mis par la goutte de pluie pour traverser la région perturbée sera très court comparé à son temps de réponse T. Son mouvement sera peu altéré par les variations du champ des vitesses du vent, et la goutte poursuivra sa trajectoire originale jusqu'à toucher terre.

'Le mouvement à dominante d'inertie' définit ce régime où P>1.

Soit K 'le facteur de distribution de précipitation' défini par :

$$K = P_p / P_{ref}$$

où P_p est la précipitation hydrologique projetée, et P_{ref} la précipitation supposée homogène en dehors de la zone perturbée.

Dans le régime à dominante d'inertie, le facteur K est donné en fonction de la pente du terrain f'(x) et de l'angle d'incidence ϕ par :

$$K_{P>1} = 1 + f'(x) \cdot \tan \phi$$

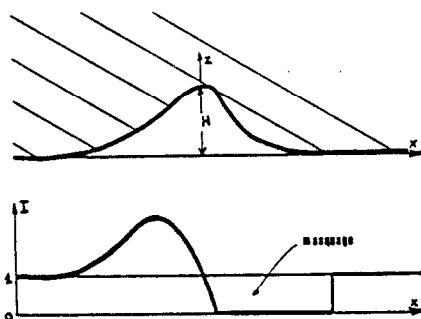
Cette équation n'est valable que lorsque $f'(x) \cdot \tan \phi > -1$; dans le cas contraire il apparaît un phénomène de masquage de la pluie (cf figure 5).

L'excédent de la pluie au vent est égal à

$$\int_{-\infty}^0 (K-1) dx = H \cdot U / Vg$$

où H est la hauteur de la colline.

Figure 5



Phénomène de masquage $P > 1$

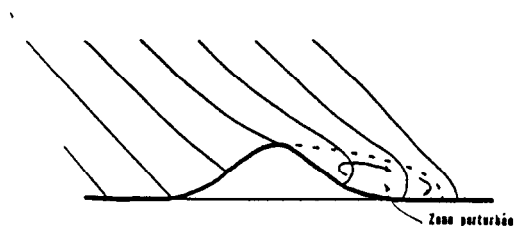
$P \rightarrow 0$:

Pour les petites valeurs de P , les gouttes d'eau réagissent rapidement aux faibles variations du champ des vitesses du vent.

M.Poreh et E.Mechrez considèrent que dans ce cas la vitesse de la goutte est la somme vectorielle de la vitesse du vent local U et de la vitesse de chute de la goutte V_g .

'Le mouvement d'équilibre' définit le régime où $P \rightarrow 0$.

Figure 6



Trajectoire des gouttes $P < 1$

M.Poreh et E.Mechrez calculent les trajectoires d'équilibre des gouttes (cf figure 6), et démontrent qu'en régime d'équilibre, la précipitation hydrologique par unité de surface projetée est également répartie, et est indépendante de la topographie et de la pente locale du sol.

Cette conclusion est importante, car elle implique qu'un pluviomètre incliné permettra le calcul de la précipitation hydrologique projetée sur la zone environnante, et quelque soit le site, par la relation:

$$P_p = P_h / \cos \theta$$

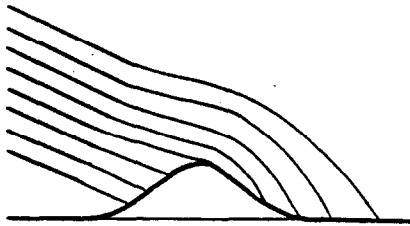
Distribution des précipitations sur une petite colline

M.Poreh et E.Mechrez se sont inspirés des études de Jackson (1979), et de Bowen et Pearse (1981) pour évaluer numériquement la distribution des précipitations sur des collines de caractéristiques différentes, avec ou sans masquage de pluie.

Il apparait que la surface masquée de la pluie diminue avec P.

En fait les gouttes de pluie qui heurteraient les pentes au vent de la colline pour de fortes valeurs de P, sont pour de faibles valeurs de P déviées, transportées sous le vent, et déversent une courbe interceptant le sol sur la partie supérieure du versant sous le vent (cf figure 7).

Figure 7



Trajectoire des gouttes sans séparation de flux

En réalité, l'application du modèle de M.Poreh et E.Mechrez est rendue difficile par la méconnaissance :

- du champ du vent aux abords de la configuration topographique
- et du spectre des gouttes de pluie.

L'étude de M.Poreh et E.Mechrez a cependant le mérite de :

- présenter le phénomène sous son aspect théorique
- démontrer formellement la nécessité d'utiliser des pluviomètres inclinés en région vallonnée ou montagneuse.

L'INCIDOGAPHE

Comme il a été vu en introduction, la connaissance de la précipitation hydrologique, à partir de la précipitation météorologique, passe par la détermination de la composante horizontale de la précipitation, lorsque le terrain est pentu.

Afin de répondre à ces préoccupations, de nombreux pluviomètres spéciaux ont été imaginés (vectopluiomètres, orthopluiomètres, spectropluiomètres etc..., cf bibliographie).

Ils permettent d'intercepter la quantité maximale d'eau (capteur perpendiculaire aux filets d'eau), d'évaluer la direction des pluies, de mesurer des angles d'incidence sur de grands pas de temps, etc...

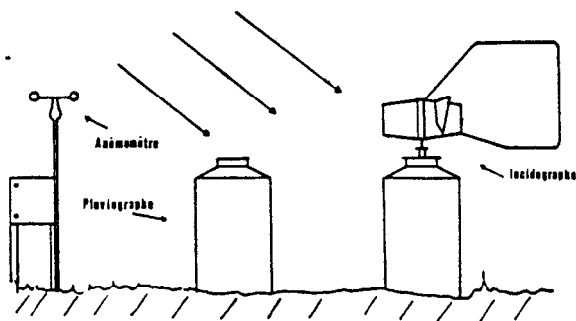
L'appareil mis au point en Guadeloupe permet à tout instant, au cours d'une averse, de connaître la valeur de l'angle d'incidence de la pluie.

Le dispositif de mesure se compose en fait de 2 appareils :

- un capteur, dit 'horizontal', constitué d'un ensemble en acier inoxydable, muni d'une dérive qui l'oriente et le maintient dans le lit du vent. Ce capteur est relié à un enregistreur à mémoire statique de marque ELSYDE. Il sera dénommé 'incidographe'.

- un capteur 'vertical' constitué d'un pluviographe OEDIPE classique.

Figure 8



Représentation schématique de l'incidographe

Le capteur horizontal est représenté par la figure 9. La bague de 400 cm² située dans un plan vertical perpendiculaire à la direction du vent, intercepte la composante horizontale de la pluie. L'eau prélevée parvient aux augets en transitant par l'axe de rotation de l'appareil. Il a été conçu pour limiter les perturbations aérodynamiques du flux de pluie, par un jeu d'ouïes permettant à l'air de s'évacuer, et la présence de chicanes retenant l'eau.

L'association de ces capteurs reliés à des enregistreurs à mémoire statique permet de déterminer, les composantes horizontale et verticale du 'vecteur intensité' de précipitation, et d'en déduire les variations de l'angle d'incidence des filets d'eau en cours d'averse.

La précision des mesures dépend du principe des augets basculant pour 0.5 mm de pluie ; les temps étant mesurés à la seconde près, la simultanéité des mesures est pratiquement parfaite.

Le fonctionnement en parallèle d'un anémomètre, relié lui aussi à un ELSYDE, permet une mesure précise et continue de la vitesse du vent sur le site d'expérimentation. En fait, cet anémographe mesure la composante horizontale de la vitesse du vent qui, seule, à priori, intervient sur l'angle d'incidence des filets de pluie. La composante verticale modifiant l'intensité de précipitation, il sera sans doute nécessaire de la mesurer ultérieurement, ainsi que la direction du vent.

Ce dispositif de mesures de pluie a été implanté à Port Blanc en septembre 1985, l'anémographe en novembre 1985.

Le tableau suivant récapitule les lames d'eau mensuelles recueillies entre le 22 septembre 1985 et le 30 juin 1986 :

Port Blanc - Totaux mensuels en mm

	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Pi	63	334	140	50	51	21	15	8	35	13
Pm	133	324	281	87	84	63	45	147	137	101
Vv	3.3	3.3	3.1	3.7	3.7	2.7	4.3	4.1	3.7	4.8

Pi : précipitations horizontales

Pm : précipitations verticales (météorologiques)

Vv : vitesse moyenne du vent au Raizet en m/s

Ces premiers résultats conduisent aux constatations suivantes :

- les quantités d'eau recueillies par l'incidographe, sont très fortes en septembre, octobre et novembre, et faibles en avril, mai et juin.

- la vitesse moyenne mensuelle du vent n'est pas un facteur explicatif du phénomène.

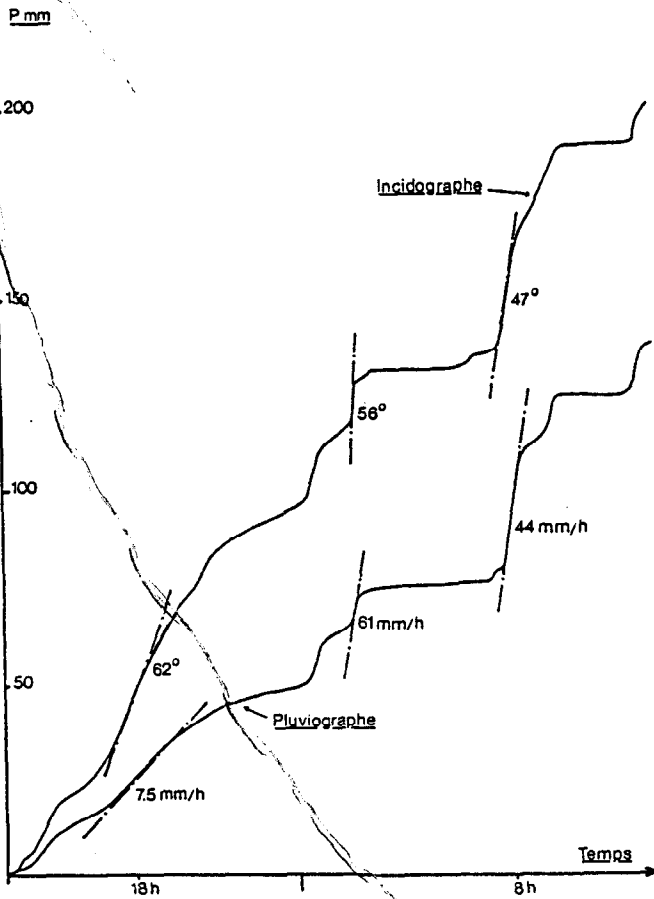
En fait, au pas de temps de l'averse, les précipitations des 3 premiers mois d'expérimentation, ont été accompagnées de forts vents (régime de 'grains'), ce qui n'était pas le cas des averses des 3 derniers mois.

Cela apparait dans les vitesses maximales journalières enregistrées au Raizet (respectivement de l'ordre de 15m/s et 10 m/s pendant ces deux périodes).

Le total de 334mm mesuré en octobre 1985 à l'incidographe, alors que 324mm étaient enregistrés au pluviographe, est la conséquence des fortes averses des 4, 5, et 6. L'épisode pluvieux des 5 et 6 octobre 1985, donne en 24 heures un total de 203 mm à l'incidographe, et seulement 140 mm au pluviographe.

La figure 9 représente les pluviogrammes de cet épisode en pluie cumulée.

Figure 9



Averse des 5 et 6 octobre 1985

L'anémographe ne se trouvait pas sur le site en octobre 1985, mais les vitesses moyenne et maximale du vent mesurées le 5 au Raizet, ont été, de 7.6 et 21 m/s. Une pointe de 25 m/s était même enregistrée à la Désirade, soit près de 100 km/h.

Une première analyse de ces diagrammes montre que le vent est resté soutenu. On relève 3 laps de temps pendant lesquels les valeurs de l'intensité de pluie et de l'angle d'incidence sont resté élevées et pratiquement constantes :

Averse des 5 et 6 octobre 1985			
	I mm/h	T mn	ϕ°
le 5 à 18h	7.5	60	62
le 6 à 8h	44	15	47
le 6 à 2h	61	4	56

Le tableau suivant donne les résultats des calculs des intensités de précipitation hydrologique, qui auraient intéressé, lors de cette averse, des sols de 10°, 20°, 30° de pente vers le vent.

ϕ/θ	0°	10°	20°	30°
62°	7.5	9.8	11.9	13.5
47°	44	52	58	62
56°	61	76	88	98

Ainsi au cours de cette averse, l'intensité de précipitation météorologique mesurée de 61mm/h en 4mn représente seulement 70% de l'intensité hydrologique sur des sols de 20° d'inclinaison.

Les premiers résultats d'une analyse fine et systématique des enregistrements permettent de mettre en évidence des angles d'incidence de plus de 80° pour de faibles intensités de précipitation.

Il faut rappeler, que pendant les mois durant lesquels les données de l'incidographe ont été faibles (avril, mai, juin 1986), les totaux du pluviographe de Port Blanc et de celui de Masselin diffèrent très peu.

Il est important de le noter car cela laisse supposer que l'effet vent-topographie doit expliquer :

- la distorsion de la distribution spatiale des précipitations dans la zone d'étude, en septembre, octobre, et novembre 1985, période très ventilée
- l'homogénéité de la répartition en avril, mai, et juin 1986, en l'absence de forts vents.

Afin de parfaire notre expérimentation il serait souhaitable de compléter le dispositif de mesure de Port Blanc par :

- un anémographe tridimensionnel pour évaluer la composante verticale du vent
- une girouette pour préciser la direction du vent
- et un pluviographe au niveau du sol pour suivre la variation entre 1m et le sol

Il conviendrait aussi d'envisager d'implanter à Masselin un incidographe associé à un anémographe, et à l'Échelle un pluviographe incliné à environ 30°, ce qui correspond à la pente du terrain.

L'intensité de la précipitation météorologique, associée aux paramètres 'angle d'incidence' et 'vitesse du vent' pourrait être un bon indicateur du spectre des gouttes de pluie. Aussi une analyse simultanée du spectre des gouttes est prévue en association avec des chercheurs de l'Université Antilles Guyanne, et on étudiera la relation entre les différents paramètres et le spectre des gouttes.

CONCLUSION

Il a été démontré qu'en région vallonnée ou montagneuse, la mesure de la précipitation météorologique ponctuelle P_m n'était qu'un indice plus ou moins représentatif de la précipitation hydrologique P_h .

La mesure en continu des angles d'incidence et de la vitesse du vent sur le site de Port Blanc se poursuit, et les données acquises sont en cours d'exploitation.

Les enseignements que l'on peut tirer d'expérimentations sur l'effet 'vent-topographie' impliquant la mesure 'incidence-vent-intensité', et l'analyse de la distribution spatiale des précipitations aux alentours d'un site correspondant à une topographie donnée, devraient permettre :

- 1 - la formulation de la liaison entre l'angle d'incidence, la vitesse du vent, et l'intensité de précipitation
- 2 - d'évaluer l'influence des variations de l'angle d'incidence sur la structure des averses
- 3 - de dégager certains critères concernant le choix des sites
- 4 - de tenter de valoriser les données d'un poste, par la définition d'une fonction de transfert faisant intervenir ses caractéristiques d'exposition.

BIBLIOGRAPHIE

- POREH Michael et MECHREZ Ehud - 'The combined effect of wind and topography on rainfall distribution', Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, 1983.

- MORELL Marc - 'Note sur la représentativité des mesures de pluie - Influence du vent - Incidographe et mesure de la composante horizontale', ORSTOM, Pointe à Pitre 1985.

- 'Les ressources en eau de surface de la Guadeloupe', ORSTOM, Paris, 1985.

- 'Les ressources en eau de surface de la Martinique', ORSTOM, Paris, 1976.

- IBIZA Daniel - 'Analyse et modélisation des écoulements sur des bassins dans le Nord Tunisien', ORSTOM, TUNIS.

- CHEVALLIER Pierre et LAPETITE Jean Marc - 'Note sur les écarts de mesure observés entre les pluviomètres standards et les pluviomètres au sol en Afrique de l'Ouest', ORSTOM, 1986.

- BRUNET-MORET Yves - 'Etude des averses exceptionnelles en Afrique occidentale - Rapport de synthèse', ORSTOM/CIEH, 1969.

- HARRANG C. - 'La mesure des précipitations', EERM, Magny les hameaux, 1970.