

04449

" LA P L U I E P R O V O Q U E E "

EXPOSE DE M. GARNIER, Ingénieur de la Météorologie

-o- 27 JUIN 1968 -o-

-o-o-o-o-o-o-o-

De tout temps semble-t-il l'homme a rêvé de modifier le temps et le climat. Serait-ce devenu possible? Faire pleuvoir.... est-ce à notre portée?

Après un bref historique, et un rappel de physique des nuages, nous parlerons des procédés actuellement utilisés pour essayer de provoquer la pluie, des méthodes de contrôle. Nous examinerons ensuite quelques expériences tentées en Afrique et en particulier la campagne de 1967 au Sénégal.

1 - HISTORIQUE -

Bien avant la dernière guerre mondiale, les paysans français, et surtout les viticulteurs utilisaient, et utilisent encore, le canon paragrêle, pour protéger les récoltes de ce fléau naturel. On ne sait pas très bien l'effet que peut produire une fusée dans un Cumulonimbus porteur de grêlons, mais sans doute y apporte-t-elle quelque perturbation dont on espère qu'elle dissuadera la grêle de tomber là où elle causerait des ravages.

En 1946 des expériences en laboratoire de Schaeffer et Langmuir, aux Etats-Unis, vont apporter une meilleure compréhension des phénomènes au sein des nuages et permettre l'espoir d'une intervention humaine efficace.

Dans une cuve contenant des gouttelettes d'eau en brouillard surfondu à -35° centigrades, Schaeffer introduisait de la neige carbonique à -80° centigrades. Il constatait qu'il se formait immédiatement des cristaux de glace qui drainaient l'eau du brouillard et précipitaient en flocons au fond de la cuve.

La même année Schaeffer et Langmuir procédèrent à la première expérience tentée dans l'atmosphère à Fairschuld. Il constatèrent des modifications sur un Altocumulus vers 14.000 pieds, ensemencé avec de la neige carbonique, et notamment de petites chutes de neige. Von Neigüt pour le même genre d'expérience utilise l'iodure d'argent, cristal isomorphe du cristal de glace, et qui a l'avantage de ne pas fondre, ni de se vaporiser et qui est efficace dans les nuages à température inférieure à -5° .

En France Eyraud et Weber, le 25 mars 1947, obtiennent des résultats en ensemencant des Cumulus à sommets négatifs avec de la carboglace (neige de carbone en grains) et avec de l'iodure d'argent. Cela se passe à Guyaunont dans la région parisienne.

..../-...-

Les expériences de cette époque semblent ouvrir aux "faiseurs de pluie" un bel avenir. Tout le monde se lance dans ce genre d'opérations= Les U.S.A., le Canada, le Japon, l'Australie, la Belgique, l'Afrique du Sud tentent leur chance. Les pays tropicaux ne sont pas en reste, on essaie à Porto-rio, au Kenya, au Tanganyka, à Madagascar, en Afrique Equatoriale Française, au Congo Belge et au Sénégal.

Malheureusement les résultats se montrent décevants, du point de vue quantitatif, tout au moins. Aucun expérimentateur sérieux ne peut faire état de réussite incontestable et encore moins, de réussite rentable.

Il faut bien admettre que les promesses attendues des premières expériences ne se sont pas confirmées. L'empirisme ne paie pas, nos connaissances de la physique des nuages et de la formation de la pluie ne sont pas suffisantes.

III - RAPPELS DE PHYSIQUE DES NUAGES -

La formation des nuages est assez bien expliquée. Toute masse d'air qui s'élève dans l'atmosphère se détend adiabatiquement et par conséquent se refroidit. Il arrive un moment où ce refroidissement atteint le point de condensation de la vapeur d'eau contenue dans la masse d'air, et il se forme un nuage. Trois causes principales peuvent provoquer l'ascendance d'une masse d'air. Lors de son déplacement horizontal une masse d'air peut être contrainte de monter par effet orographique, ce qui explique que les sommets des montagnes sont souvent couronnés de nuages, ou bien cette masse d'air rencontre une autre masse d'air plus froide, qu'elle va être obligée de surmonter, c'est alors la formation d'un front chaud ou d'un front froid, générateurs principaux des précipitations des zones tempérées. Troisièmement enfin, une masse d'air surchauffée près du sol s'élèvera verticalement par effet de convection thermique.

Dans les nuages à développement vertical, Cumulus et Cumulonimbus, des régions tropicales la convection thermique joue un rôle primordial. L'air qui s'élève est comblé par de l'air convergent des zones environnant le nuage. L'appel d'air au centre du nuage en fait une véritable pompe, et plus cet air est chargé d'humidité plus le nuage se développera, plus la condensation sera forte et plus la chaleur latente dégagée par la condensation ou la congélation fournira d'énergie ascendante à l'air du nuage. On voit que plus il y aura d'humidité dans les basses couches, mieux la "pompe" fonctionnera. Ce phénomène est important pour notre propos, car nous verrons que les chances de succès de la pluie provoquée sont d'autant plus grandes qu'on opère sur des zones plus fortement chargées d'humidité.

Le mécanisme de la formation de la pluie est plus mal connu. Bergeron en donna une théorie qui est la suivante.

La pluie serait provoquée par l'apparition de cristaux de glace dans la partie froide des nuages. La pression de saturation par rapport à la glace étant inférieure, pour une température donnée, à celle par rapport à l'eau surfondue, il s'établit un transfert d'eau dirigé des gouttelettes vers les cristaux, d'où grossissement de ceux-ci, favorisé par la turbulence et les courants ascendants. Ils tombent ainsi lentement à travers le nuage, fondent petit à petit et donnent de la pluie.

Cette théorie malheureusement ne permet pas d'expliquer la pluie dans les nuages tropicaux, dont les sommets sont à température positive. Ce sont des nuages "chauds". Langmuir et Bower ont avancé alors une explication par la coalescence.

Ce phénomène correspond à la possibilité pour les fines gouttelettes (quelques dizaines de microns), des'agglutiner pour former des gouttes de plus en plus grosses. Pour cela, il faut qu'existent des forces attractives entre ces gouttelettes. **Electriques? Magnétiques?** Il ne le semble pas.

Mais si la tension de vapeur superficielle est différente d'une goutte à l'autre, celle dont la tension est la plus faible a tendance à absorber l'autre. Cette condition est réalisée si les gouttes ont soit des dimensions différentes, soit des températures différentes,

Des gouttes relativement grosses pourraient exister naturellement au sein des nuages tropicaux grâce à des cristaux de sel marin en suspension, dont on a effectivement constaté la présence dans l'atmosphère tropicale.

On conçoit également que dans les nuages de convection, à forts courants ascendants il existe des gouttes plus chaudes montant des basses couches et entrant en contact avec des gouttes froides descendant du sommet.

En somme les grosses gouttes grossissent au détriment des petites, et les froides au détriment des chaudes.

Mais tout cela n'est encore qu'**hypothèses**, et des études sont encore nécessaires, pour une compréhension complète du phénomène de la pluie.

111 - PROCEDES UTILISES POUR PROVOQUER LA PLUIE -

Il faut reconnaître que ces procédés confirment assez bien les théories précédentes.

Pour les nuages froids en introduisant artificiellement dans le nuage des cristaux de glace on accélère le processus de formation de grosses gouttes.

.../...-

L'air liquide et la neige carbonique, on l'a vu, provoquent la formation de ces cristaux de glace à partir des gouttelettes d'eau surfondue.

L'iodure d'argent constitue lui-même ces cristaux autour desquels se condensera l'eau surfondue.

Pour les nuages chauds introduire des grosses gouttes ou en produire doit déclencher le processus souhaité. L'idée la plus simple est d'asperger le nuage avec de l'eau. Cela a été fait, nous le verrons, et semble-t-il avec succès. Mais le procédé n'est pas pratique.

Introduire des noyaux hygroscopiques est une solution beaucoup plus réalisable, c'est pourquoi des succès ont été enregistrés en ensemençant les nuages tropicaux avec du sel marin (Cl Na) pulvérulent et très sec.

Les expériences de Kongwa, au Tanganika, de Janvier à Avril 1951 ont montré très nettement que le sel est plus efficace que l'Iodure d'argent sous les tropiques.

L'augmentation de la teneur de l'air en noyaux hygroscopiques constituerait donc l'agent principal de grossissement des gouttes primaires, entraînant la coalescence et amorçant en chaîne le grossissement d'un très grand nombre de gouttes de plus en plus grosses aboutissant finalement à la pluie.

Notons que l'activation ainsi provoquée du nuage va libérer des quantités considérables de chaleur par condensation et congélation, qui vont se transformer en énergie mécanique accélérant le mouvement ascendant des particules d'air au sein du nuage. La convection va se développer et on verra grimper rapidement le sommet du nuage. Ce phénomène est parfaitement bien constaté sur les nuages ainsiensemencés.

Enfin, citons pour mémoire un autre procédé qui consiste à accroître la convection en chauffant de vastes surfaces au sol. Dessens fit brûler de la forêt au Congo Belge dans ce but. Tout le monde a pu observer en survolant le Sénégal qu'au dessus des incendies de brousse il se forme presque toujours un Cumulus. J'ai vu en Afrique Centrale des orages avec pluie provoqués uniquement par de grands incendies de forêt. Avouons que ce procédé ne peut rester que théorique.

IV - METHODES DE CONTROLE -

Les résultats de nombreuses expériences de pluie provoquées à travers le monde ont toujours été contestés sans doute parce que les moyens de contrôle sont difficiles à mettre en place, et les méthodes statistiques encore inefficaces.

La première méthode employée est celle du contrôle global de l'efficacité.

.../...-

Elle consiste à comparer les précipitations recueillies par les **pluviomètres** d'une zone cibleensemencée à celles d'une zone de contrôle nonensemencée.

Un exemple de cette méthode nous est fourni par les expériences réalisées en Israël de 1961 à 1965 pendant quatre saisons des pluies.

L'ensemencement avait lieu avec de l'Iodure d'Argent. Deux zones avaient été délimitées, une au Nord du Pays., l'autre au Centre, séparée par une zone neutre. Ces zones étaient alternativementensemencées, un pour le Nord, le lendemain le Centre. Chacune d'elles par conséquent servant alternativement de cible et de contrôle.

La méthode statistique utilisée a montré une augmentation de la pluie d'environ 15 % par rapport à la normale du fait de l'ensemencement.

On verra un autre exemple de cette méthode des cibles dans les opérations de Haut-Volta en 1967.

La seconde méthode est celle du contrôle physique, et qui consiste à utiliser les radars de précipitations, les compteurs de particules, les mesures de développement des nuages etc...

L'expérience américaine des Caraïbes en est un exemple.

Sur une zone bien délimitée dans la mer des Caraïbes, des nuages étaientensemencés au hasard par une flotille d'une quinzaine d'avions servant aussi à l'observation des nuages.

Les contrôles statistiques effectués ont conduit aux résultats suivants :

En 1963 - les 4/5 des nuagesensemencés se sont considérablement développés verticalement en moyenne de 5.200 pieds, de plus que les nuages nonensemencés.

En 1965 les 2/3 des nuagesensemencés se sont développés de la même manière.

Avec l'échantillonnage en question, la probabilité statistique pour que cette différence de 5.200 pieds soit due au hasard est de moins de 1/100- Ce qui est assez concluant.

Il semble donc prouvé statistiquement, que l'on peut effectivement modifier les nuages par intervention humaine. D'autres expériences sont attendues de cette même équipe de chercheur en vue d'évaluer, cette fois, l'augmentation de la pluviométrie.

C'est bien cela qui nous intéresse plus spécialement au Sénégal.

.../...-

V - QUELQUES EXPERIENCES EN AFRIQUE TROPICALE ET EQUATORIALE -

A - Congo Brazzaville et République Centre Africaine

Monsieur Du Chaxel, Ingénieur de la Météorologie, avait de Mai 1954 à février 1955 effectué une série d'expériences de pluie provoquée, particulièrement dans la vallée du Niari, et la forêt primaire de Mayombe.

Il utilisait l'eau et le sel lancés par avions sur les nuages.

Le rapport très détaillé publié en Juillet 1955 fait état d'un certain nombre de réussites. Mais toutes ces constatations sont effectuées visuellement. Aucune statistique n'a été possible sur les précipitations recueillies. Et les impressions des expérimentateurs restent très subjectives.

Dans la plupart des cas on observe

- 1/ Une croissance verticale, souvent rapide, des sommets de nuages ensemencés
- 2/ Un noircissement de la base avec formation de mammatus
- 3/ Des averses observées se déclenchant entre 2 et 15 minutes après le début de l'ensemencement.
Les ensemencements sur Cumulus à bases vers 1000/1500 m et sommets vers 2500/3000m avec Cl Na donnèrent les résultats suivants :

Sur 21 interventions

13 avaient produit de la pluie

- 1 des virgas seulement
- 6 Une dissipation des nuages
- 1 aucune réaction

Avec de l'eau

4 séries d'ensemencements toutes suivies de précipitations. Sur des Stratocumulus, peu d'observations avec Cl Na et avec de l'eau sur 12 cas :

- 4 ont fourni des précipitations
- 1 des virgas
- 4 des réactions secondaires (développement, noircissement)
- 1 une dissipation

../.-.-

Dans la vallée du Niari et le Mayombe les précipitations relevées les jours d'expériences s'élevaient parfois à 25 m/m et même 35 m/m.

Notons que ces expériences avaient lieu en zone très humide et toujours en période où la pluie naturelle existait déjà. Il est donc difficile de faire la part de la pluie provoquée et celle de la pluie naturelle.

Toutefois sur la pépinière des Eaux et Forêts de la S.I.A.N. 47 m/m ont été mesurés, tombés d'un nuage ensemencé, dans une direction de laquelle jamais aucun paysan de la contrée ne s'attendait à voir venir la pluie. L'étonnement des autochtones peut constituer une preuve.

Enfin, autre remarque, il semble qu'on ait pu étendre une fois la zone pluvieuse d'un Cumulonimbus déjà précipitant dans une direction perpendiculaire à celle du vent.

B - Expériences en Haute-Volta -

Monsieur Cotte, Ingénieur Météo, Chef du Service de Haute Volta, eut à intervenir en mai 1967 pour essayer de remplir un barrage presque desséché ravitaillant en eau la ville de Ouagadougou. Il s'agissait, dans ce cas, de faire pleuvoir sur une cible, un bassin bien délimité pouvant déverser ses eaux de ruissellement dans le barrage.

L'ensemencement eu lieu en avion Nord 2501 pouvant atteindre des altitudes supérieures à 6.000 mètres.

L'épaisseur des Altocumulus attaqués n'était pas très grande 500 à 600 mètres parfois. Mais on ensemença également des têtes de Cumulus, voire des Cumulonimbus ne précipitant pas encore.

Cinq pluviomètres répartis dans la zone cible, pour les journées des 11, 16, 23 et 24 mai, où les interventions ont été admises comme positives, mesurèrent des précipitations entre 4,3 et 35,5 m/m selon leur situation. Ce qui, avec le ruissellement de l'ensemble du bassin, augmenta d'un million de mètres cubes l'eau du barrage et sauva la situation plus que critique de Ouagadougou en ce début de saison des pluies.

Le problème reste de savoir si cette réussite spectaculaire est bien due à la pluie provoquée, ou si le barrage se serait rempli quand même par pluie naturelle.

L'expérimentateur, Monsieur Cotte, dans une courte statistique montre que les pluies supposées produites par l'ensemencement, pendant la période du 11 au 24 mai, engendrent un excédent de l'ordre de 13 à 39% selon les postes pluviométriques.

.../...-

Des cartes d'isohyètes font ressortir, pour cette même période un seul excédent par rapport à la normale, situé précisément à Ouagadougou, excédent de plus de 23%, tous les autres postes de la Haute-Volta accusant un déficit.

Ceci prouve que le contrôle des précipitations est plus facile à exécuter quand la zone cible est réduite en dimensions? Et dans le cas de Ouagadougou, la présomption de résultat positif est forte.

Les enseignements de cette intéressante expérience sont les suivants :

- A/ On peut activer des Cu et des Cb
 - soit en les faisant précipiter plus tôt
 - soit en faisant précipiter un nuage qui naturellement ne donnerait que des éclairs ou du tonnerre (ceci est fréquent en début de saison des pluies).
 - soit en élargissant les zones de précipitations existantes
- 2/ En ensemençant des Altocumulus entre 2 Cumulonimbus on peut arriver à les souder,
- 3/ L'ensemencement des têtes de Cumulus est, semble-t-il, particulièrement efficace.
- 4/ Les petits nuages se désagrègent souvent,
- 5/ Par contre on a constaté la formation de nuages en air limpide au-dessous de nuages ensemençés
- 6/ Le traitement enfin d'après-midi est préférable à un traitement en matinée.
- 7/ L'épaisseur des nuages à traiter doit être au moins de 600 à 800 mètres.
- 8/ Il ne faut pas hésiter à larguer de grandes quantités de sel = 10 Kg par nuage.
- 9/ Des effets secondaires : ~~noir~~ noircissement de la base et développement rapide du sommet, sont presque toujours constatés.

C - Expériences du Sénégal-

Une première série d'expériences fut exécutée de Juillet à Octobre 1954 et en septembre 1955 par Monsieur Knoll, Ingénieur Météo.

On utilisa l'eau et le sel largués par avion Dassault MD 315.

.../...-

De Juillet à Octobre 1954 : 6 jours d'essais au-dessus de Rufisque, Dakar, Sangalcam avaient engendré 5 averses observées, mais non mesurées- et des effets secondaires.

En septembre 1955 = 10 jours d'essai au-dessus de la région de Diourbel-Bambey. Effets secondaires observée mais pas d'averses.

Cependant une carte d'isohyètes établie du 6 au 30 septembre 1955, comparée à une carte de normales calculées sur 15 ans, permet de constater deux excédents de 50%, l'un au NW de Diourbel (Garouane), l'autre au SW, (Foundiougne). Là encore, il y a présomption de réussite, mais non certitude.

Une deuxième série d'expériences a lieu/^{en} Août et Septembre 1957, menées par Monsieur GOSSET Ingénieur de la Météorologie. Les conclusions sont analogues à celles des précédents essais, ni plus, ni moins convainquants.

Une troisième série est celle de :

LA CAMPAGNE DE PLUIE PROVOQUEE DE JUILLET 1967 -

La pluviométrie très mal répartie de la saison 1966 avait entraîné une perte considérable dans la production arachidière du Sénégal.

Le gouvernement ordonna pour la saison suivante une opération de pluie provoquée. A cet effet, un comité était créé par Décision n° 7412 en date du 7 Juin 1967, du ministre des Travaux Publics, de l'Urbanisme et des Transports; dont la présidence fut confiée à Monsieur DESVOYES, Directeur des Transports.

Le mois de Juillet, considéré comme mois de préhivernage au Sénégal, avait été choisi, et une zone d'intervention assez vaste délimitée, correspondant en gros à un polygone Louga, Tiamène, Sadio, Bibes-Escale, Koungheul, N'Doffane, Joal et la côte.

L'opération fut conduite à partir du Centre Météorologique de l'ASECNA à Dakar-Yoff, avec le concours de l'Armée de l'Air Sénégalaise.

I - Matériel utilisé -

Les expériences ont été réalisées avec des avions C.47 du 1er GAS. Un équipement simple composé d'un tube métallique de 8 cm de diamètre, coudé et soudé à travers un hublot de secours, et prolongé par un tuyau en plastic dur, fixé à la carlingue et descendant sous l'avion, vers l'arrière, constitue l'appareil de diffusion de Chlorure de Sodium.

Un essai avec du sel coloré au bleu de maçon, avait permis de constater que le sel ne se déposait pas sur les commandes arrières de l'appareil.

.../...-

Le produit utilisé est du Chlorure de Sodium (ClNa), pulvérisé (diamètre des grains 40 à 50 microns) et anhydre, acheté par l'intermédiaire du bureau Météo de l'ASECNA Paris à la Pharmacie Centrale de France.

Les flacons de sel sont de 250 grammes bouchés hermétiquement avec un caoutchouc serré par un bouchon vissé. L'opération consiste simplement à verser les flacons au moment opportun dans le tuyau fixé au hublot.

II - Réseau pluviométrique -

Une implantation de près de 100 pluviomètres supplémentaires a été réalisée, sur l'ensemble de la zone intéressée, dans des postes ne possédant pas de pluviomètres du réseau météorologique existant.

Des réseaux d'enquête ont également été organisés, pour qu'immédiatement après chaque opération, des renseignements par téléphone et par radio puissent parvenir sur les pluies observées.

Ces réseaux ont été créés avec le concours :

- 1/ de l'OPT,
- 2/ de la Gendarmerie Nationale,
- 3/ du Ministère de l'Intérieur,
- 4/ des chemins de Fer.

Disons tout de suite que ces réseaux ont fonctionné parfaitement et qu'il convient d'en féliciter les responsables.

III - Difficultés rencontrées -

Elles ont résidé essentiellement dans le retard d'expédition du Chlorure de Sodium, et dans sa mauvaise qualité.

Une première commande faite chez LABOREX qui s'est adressé au Laboratoire Pharmaceutique BILLAULT d'Aubervilliers, est arrivée à Yoff le 11 Juillet. Mais ce sel complètement mouillé et à gros grains était absolument inutilisable.

Une seconde commande a donc été passée par téléphone à Paris, par l'intermédiaire de l'ASECNA. Compte tenu des délais de fabrication elle n'est arrivée à Yoff que le 23 Juillet, dédouanée le 24 avec difficulté.

L'opération qui devait débiter le 1er Juillet n'a donc réellement commencé que le 24 Juillet.

IV - Opérations entreprises et premiers résultats -

Du sel datant des expériences tentées en 1957, fourni par les laboratoires RHONE POULENC, en emballages étanches, et suffisamment bien conservé, nous a permis d'exécuter deux sorties avant le 24 Juillet.

.../...-

a) Le 4 Juillet dans l'après-midi sur la région Tataguine- Bambey Diourbel. Après ensemencement au sommet des Cumulus vers 3.000mètres (7 flacons de 250 gr) nous sommes revenus sans constater de pluie, à part quelques petites gouttes sur le parebrise de l'avion, mais la base des nuages avait pris un aspect très sombre et très déchiqueté.

Dans la soirée et la nuit il est tombé 35 mm à Diourbel, Il n'est pas impossible que les noyaux de condensation répandus sur la région ait pu augmenter la quantité de pluie causée par une perturbation orageuse venue du Sud-Est dans la nuit. On ne saurait toutefois en être sûr.

b) Le 21 Juillet avec seulement 10 ampoules scellées, retrouvées dans un magasin, dont le sel était parfaitement conservé, nous avons ensemencé des gros paquets de Cumulus au-dessus de la presqu'île, à l'Ouest d'un Cumulonimbus situé sur Rufisque.

Là encore les nuages ont pris un aspect très sombre et menaçant. De très fortes pluies ont été observées en mer, et vers "la Parté d'Oie". Le nuage très bas et très sombre s'est disloqué au-dessus de l'aérodrome au bout d'une heure. Le radar avait révélé une extension importante de la zone pluvieuse. Mais y sommes-nous pour quelque chose?

c) Opérations effectuées pendant la semaine du 24 au 28 Juillet.
L'avion est monté tous les après-midi.

- Le 24 - Région de Rufisque, Thiès, Khombol, Bambey, Fatick, Gossas, Diarhaa.- 45 Flacons lancés. Nuages ensemencés prenant l'aspect habituel sombre et déchiquetés. Quelques averses constatées mais qui devaient déjà exister car il y avait des Cumulonimbus et le radar décelait des échos dans la région?

Toutefois les conditions étaient peu favorables, le radiosondage de Dakar révélait de l'air trop sec au-dessus de 3.000, empêchant les Cumulus de se développer.

- Le 25 - Expérience et résultats analogues au jour précédent sur la région de Diourbel, Boulel, Gouba-Keur; Dianké Souf. Des averses isolées mais dont nous ne sommes pas sûrs du tout d'être responsables.

- Le 26 - Vers le Nord entre la Côte et la ligne de chemin de fer depuis Tivaouane jusqu'à Louga. La situation semble plus favorable. Après ensemencement vers Kayar- Pir- Goureye- Méké, puis Guéoul et Louga, ou préexistent déjà des averses, nous observons toujours les nuages noirs et déchiquetés à la base, provoquant peut-être une extension des averses. Là encore rien ne permet vraiment de l'affirmer.

Dans la nuit des orages et de fortes pluies sont enregistrées sur toute la région y compris St-Louis et même Nouakchott. Le Front Intertropical est passé sur la région pendant la nuit se déplaçant d'Est en Ouest.

.../...-

- Le 27 - Aucun nuage d'instabilité sur tout le Sénégal. L'avion monte quand même, lance 4 flacons de sel dans les nuages moyens stables vers 4.000 mètres, entre Thiaroye et Pikine. Trois quarts d'heures après, on constate une trouée dans le nuage moyen à cet endroit, et au-dessous vers 1200/1500m se forme un épais stratocumulus. Peut-être est-ce une coïncidence. Toutefois on sait déjà que le sel peut dissoudre un nuage stable.
- Le 28 - Peu de nuages sur le Sénégal, sauf dans la région de Foundiougne. Nous y allons. Quelques gros Cumulus en voie de dissolution par le sommet, sont ensemencés au-dessus des îles du Saloum. Un quart d'heure après; descendus au-dessous, nous voyons vraiment se déclencher devant nous une très forte averse sous un nuage ensemencé devenu très sombre et déchiqueté.

Nous passons dessous, la pluie est forte et il y a des petits grêlons qui frappent la carlingue. Il semble vraiment que c'est notre intervention qui a provoqué l'averse. Mais il faut noter que cela se passait au-dessus d'une forte réserve d'humidité : Les îles du Saloum.

L'analyse statistique des résultats n'a pu être menée à bien en raison de la trop courte période d'ensemencement, des trop grandes dimensions de la zone cible, permettant difficilement des comparaisons avec les autres régions non ensemencées et aux conditions climatiques trop différentes.

CONCLUSIONS -

Si des expériences nouvelles doivent être tentées encore au Sénégal, il faudrait qu'elles soient organisées en fonction du contrôle à effectuer.

Nous devons reprendre l'idée d'une zone, ou de deux zones cibles, de dimensions assez réduites - carrés de 50 Km de côté au maximum - et entourées de zones de contrôle de mêmes dimensions, et de mêmes conditions climatiques.

La zone cible serait ensemencée systématiquement, en tenant compte des directions de vent, pendant 3 semaines ou un mois, tandis que les zones de contrôle ne le seraient pas.

- On pourrait ainsi vérifier, pour le Sénégal,
- que des Cumulus ou des Cumulonimbus, donnant peu de précipitations naturelles, peuvent être activés,
- que des Cumulus ou des Cumulonimbus donnant déjà des précipitations peuvent voir leur zone d'influence étendue,
- que des nuages, enfin, qui précipiteraient normalement à l'Ouest de la cible (déplacement ayant lieu généralement d'E en W peuvent précipiter plus tôt sur cette zone, s'ils sont ensemencés à temps.

..../-...-

Si des résultats statistiques convainquants étaient obtenus sur la zone cible, un essai de calcul de rentabilité de plus vastes opérations pourrait être tenté.

Mais ne pourrait-on pour l'avenir de ces opérations augmenter les réserves en humidité dont nous savons que les nuages ont besoin de s'alimenter pour fournir de la pluie? Reboiser de vastes zones me paraît très important pour régulariser les pluies naturelles, pour en assurer une meilleure répartition dans le temps et dans l'espace.

Conjuguer des interventions sur les nuages, avec une politique à long terme de reboisement, serait sans doute le moyen de modifier le climat du Sénégal, progressivement et de le rendre ainsi plus clément aux cultures.

Pour un pays qui croit en l'Homme et en sa vocation de dominer la Nature, cet effort patient, mais exaltant doit être possible.

R. GARNIER