



Le Programme SAAGA Augmentation des Précipitations par Ensemencement des Nuages au Burkina Faso



COLONEL TRAORE ABRAHAM

Introduction

Le Burkina Faso connaît depuis les années 70 des conditions climatiques défavorables caractérisées par un déficit pluviométrique chronique qui entrave sérieusement le développement socio-économique du pays . Cette situation a amené le Burkina à s'intéresser à la technique d'augmentation des précipitations par ensemencement des nuages.

C'est ainsi qu'en 1998, et suite à l'important déficit pluviométrique qu'a connu le pays en 1997, une opération « pluies provoquées » a été menée pendant la saison hivernale avec l'appui technique et logistique du Royaume du Maroc qui pratique cette technologie depuis les années 80.

Cette opération a donné des résultats probants ce qui a décidé le gouvernement à adopter la technologie de modification du temps comme un des moyens de la politique de mobilisation des ressources en eaux.

A cet effet, un organe permanent, le Programme Saaga a été créé

Le présent exposé s'articulera comme suit:

Plan

- I. Mise en Place du Programme SAAGA
 1. Rappels Historiques;
 2. L'opération SAAGA;
 3. Création du Programme SAAGA;
 4. Équipements;
 5. Compétences engagées;
 6. Procédures de travail;
- II. Évaluations des résultats;
- III. Perspectives;
- IV. Partenaires;
- V. Conclusion.

Mise en place du programme SAAGA

Pour conduire la politique de mobilisation des ressources en eau, le Burkina Faso a toujours manifesté un intérêt pour la modification artificielle du temps à travers l'augmentation des précipitations par ensemencement des nuages; l'opération SAAGA de 1998 en a été l'une des principales actions en la matière

Rappels Historiques

ANNEES	OBJECTIFS	OBSERVATIONS	SOURCES DE FINANCEMENT
1967	Remplissage des barrages de Ouagadougou	Barrage rempli le 1 ^{er} juin	COOPERATION FRANCAISE
1974	Expérimentation		COOPERATION FRANCAISE
1975	Expérimentation		COOPERATION FRANCAISE
1976	Expérimentation		COOPERATION FRANCAISE
1977	Expérimentation		COOPERATION FRANCAISE
1983	Remplissage des barrages de Ouagadougou et de Loumbila et Zones déficitaires	Barrage Ouaga rempli le 19 Juin Loumbila rempli à 50% le 21/7	COOPERATION FRANCAISE
1984	Remplissage des barrages de Ouagadougou et de Loumbila et Zones déficitaires	Barrage Loumbila rempli à 52% Ouaga 65%	COOPERATION FRANCAISE
1987	Remplissage des barrages de Ouagadougou et de Loumbila et Zones déficitaires		ONEA ONPF

L'opération Saaga

Suite à un important déficit pluviométrique enregistré en 1997, le Burkina Faso a déclenché en 1998 une opération d'augmentation des précipitations dénommée "Opération SAAGA", avec l'appui technique du Royaume du Maroc qui pratique cette activité depuis les années 80.

L'Opération SAAGA diffère des neuf (9) premières par sa conduite scientifique et sa mise en œuvre des moyens modernes (radar, avions équipés de laboratoire d'analyse, radio-sondage).

Les Objectifs de l'Opération SAAGA étaient les suivants:

1. Favoriser le remplissage des retenues d'eau affectées à l'alimentation en eau potable des villes ainsi qu'à l'exploitation hydroélectrique notamment les barrages de Ouagadougou, Loumbila et Bagré;
2. Améliorer la situation pluviométrique des zones chroniquement déficitaires en production agricole notamment les régions centre et nord;
3. Assurer un transfert de savoir faire en matière de modification artificielle du temps au profit des nationaux.

Données scientifiques de l'Opération Saaga

L'utilisation de la technique d'ensemencement des nuages ne peut se faire que dans des conditions atmosphériques bien données.

1. Conditions scientifiques universelles

Le potentiel minimum en teneur d'eau liquide requis pour entreprendre l'ensemencement des nuages est de 0,05g/m³.

3. Les résultats atteints

Comparaison

Mai – Juin 1998 / Mai - Juin 1997

+ 13,8% soit environ 816 Mm³

Mai - Juin 1998 / Moyenne 60 – 97

10% soit environ 592 Mm³.

Ces résultats très probants ont conduit le gouvernement à mettre en place le Programme SAAGA.

Création du Programme Saaga

DECRET N° 99-112/PRES/PM/MEE

👉 Le programme Saaga a été créé pour une période expérimentale de cinq (5) ans renouvelables avec pour objectif:

**D'accroître la Pluviométrie par
l'ensemencement des nuages**

Programme SAAGA

Principaux objectifs

- favoriser le remplissage des retenues d'eau pour l'alimentation en eau potable des villes et pour l'exploitation hydroélectrique, notamment les barrages de Ouagadougou, Loumbila et Bagré ;
- améliorer la situation pluviométrique des zones chroniquement déficitaires en production agricole, en particulier les régions du centre et du nord ;
- assurer le transfert de savoir faire en matière de modification artificielle du temps au profit des nationaux ;
- partager l'expérience acquise avec les pays voisins pour aboutir à un programme sous-régional.

2004: Transformation du Programme SAAGA en organe permanent chargé de la modification artificielle du temps au Burkina Faso.

- Tutelle administrative: Ministère chargé de l'Eau;
- Tutelle technique: Ministère chargé des Armées;
- Tutelle financière: Ministère chargé des Finances.

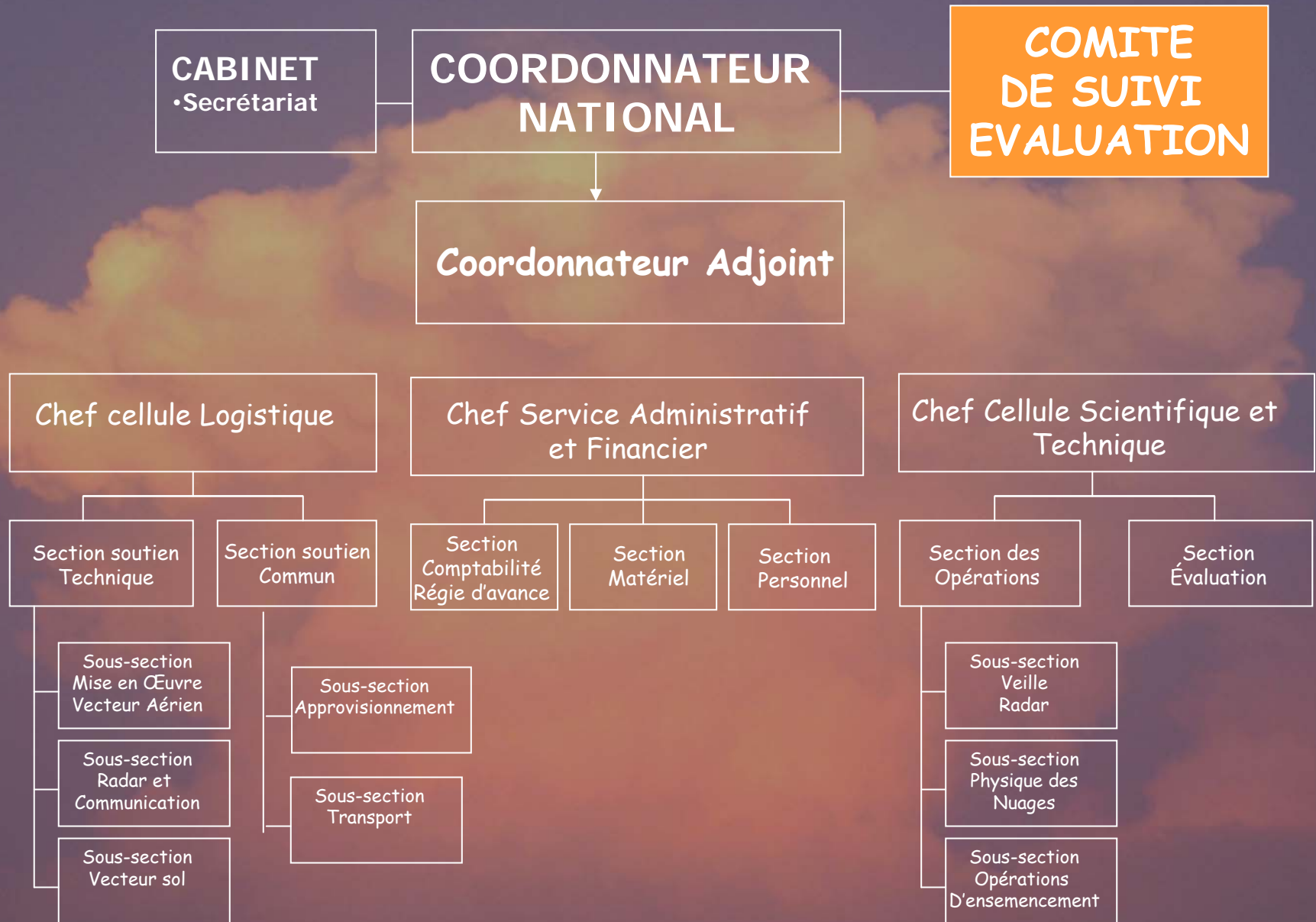
Organisation

Le Programme SAAGA est composé de deux (2) organes:

- **Le Comité de Suivi et d'Évaluation** : Organe consultatif de suivi et d'appui du Programme comprenant la Météorologie Nationale, l'Hydraulique, l'Armée de l'Air, la Gendarmerie, le CNRST et l'Université.
- **La Coordination Nationale** : organe permanent d'exécution et de gestion du programme comprenant l'Armée de l'Air, la Météorologie Nationale, l'Hydraulique, la Coordination nationale de la sécurité alimentaire, la Gendarmerie et, le CNRST.

Le programme est placé sous l'autorité d'un Coordonnateur National assisté d'un Coordonnateur adjoint.

ORGANIGRAMME DU PROGRAMME SAAGA



Moyens utilisés

- Deux bases d'opération: Ouagadougou et Bobo Dioulasso

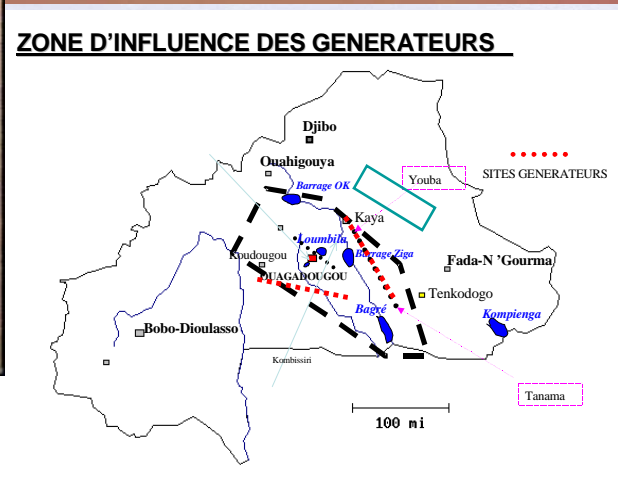


- 2 radars météorologiques opérationnels: à Ouagadougou, et à Bobo Dioulasso;



- 26 Sites de générateurs au sol;

- 3 King Air 200;



Les compétences engagées

Il s'agit des compétences en ressources humaines.

La mise en œuvre des opérations du Programme SAAGA fait appel à des personnels très spécialisés notamment des:

- Ingénieurs météorologiques;
- Officiers pilotes;
- Officiers ingénieurs en aéronautiques;
- Techniciens supérieurs en météorologie;
- Sous-officiers spécialistes en maintenance avion et télécommunication.

En matière d'analyse et d'évaluation, le Programme fait appel à du personnel auprès des structures suivantes:

- La Direction Générale de l'Inventaire des ressources Hydrauliques (DGIRH);
- L'Université de Ouagadougou;
- Le Centre National de Recherches Scientifiques et Techniques (CNRST).

PROCEDURES DE TRAVAIL

A l'issu d'une formation-action menée avec nos partenaires scientifiques, dont l'OMM, des procédures de travail ont été adoptées par les participants:

Procédures pour la conduite des Opérations

1. Procédure de planning de travail pour le groupe prévision du temps;
2. Procédures de planning de travail du groupe radar;
3. Procédures de planning de travail des Pilotes;
4. Procédures de traitement ;
 - A l'intérieur de la zone d'évaluation;
 - A l'extérieur de la zone de traitement.

Techniques d'ensemencement

Les techniques d'ensemencement utilisées par le Programme SAAGA consistent à déverser dans le nuage par le biais de vecteurs qui peuvent être soit :

- des avions qui ensemencent directement le nuage à la base ou au sommet ;
- des générateurs qui ensemencent à partir du sol grâce aux courants ascendants.

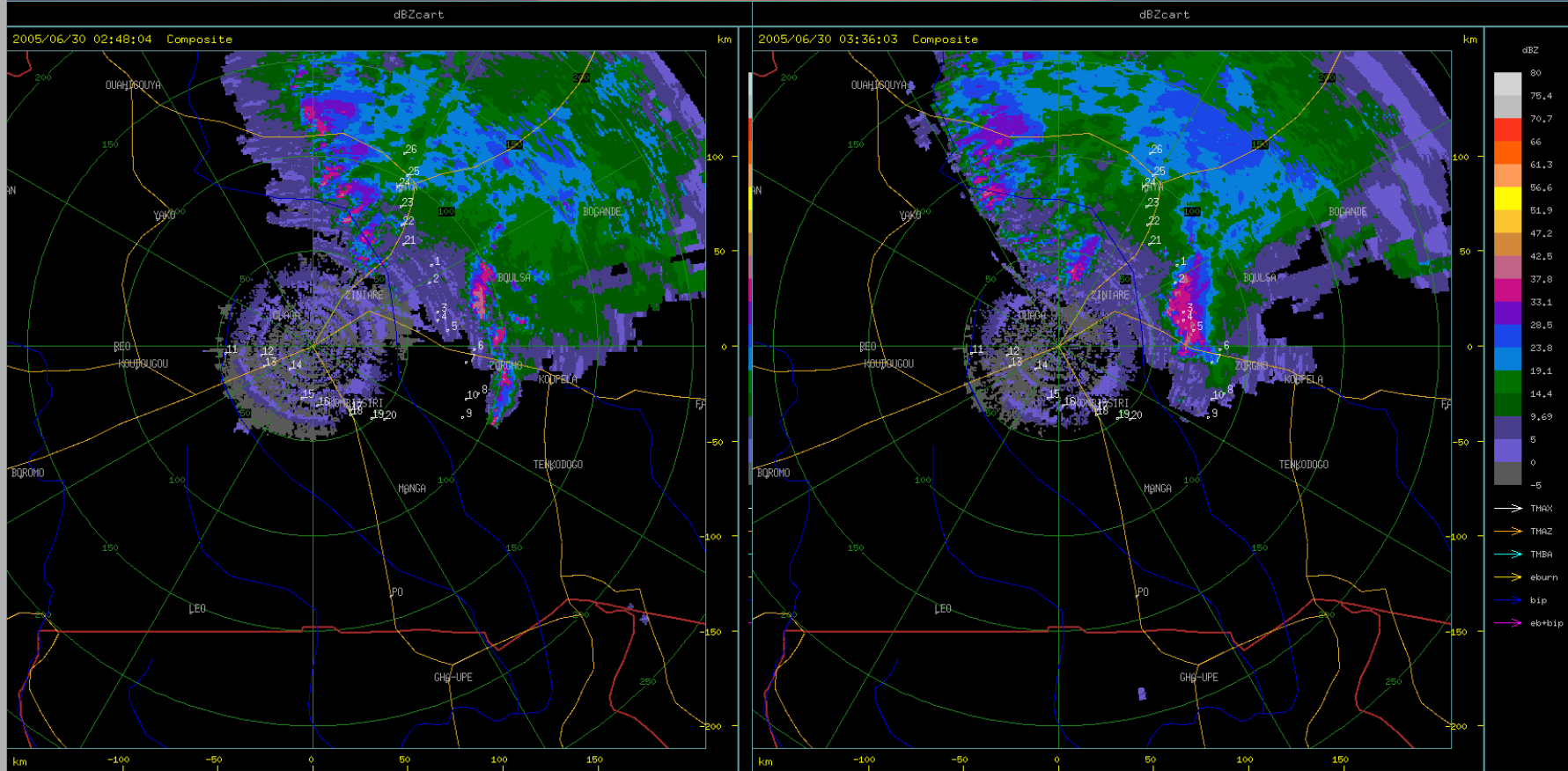
Selon que nous sommes en présence de nuages 'froids' ou 'chauds', les produits utilisés sont l'Iodure d'Argent ou les Sels Hygroscopiques.

Effectivité de l'ensemencement

Mise en évidence des effets par:

- Le radar (suivi des cellules individuelles, estimation des lames/masses d'eau):
- Mesures microphysiques et dynamiques en milieu nuageux;
- Photographie et enregistrements video.

Effets des générateurs au sol



Cellules individuelles: cas d'une cellule en développement, zone du Barrage de Loumbila



Photo J.F. Berthoumieu

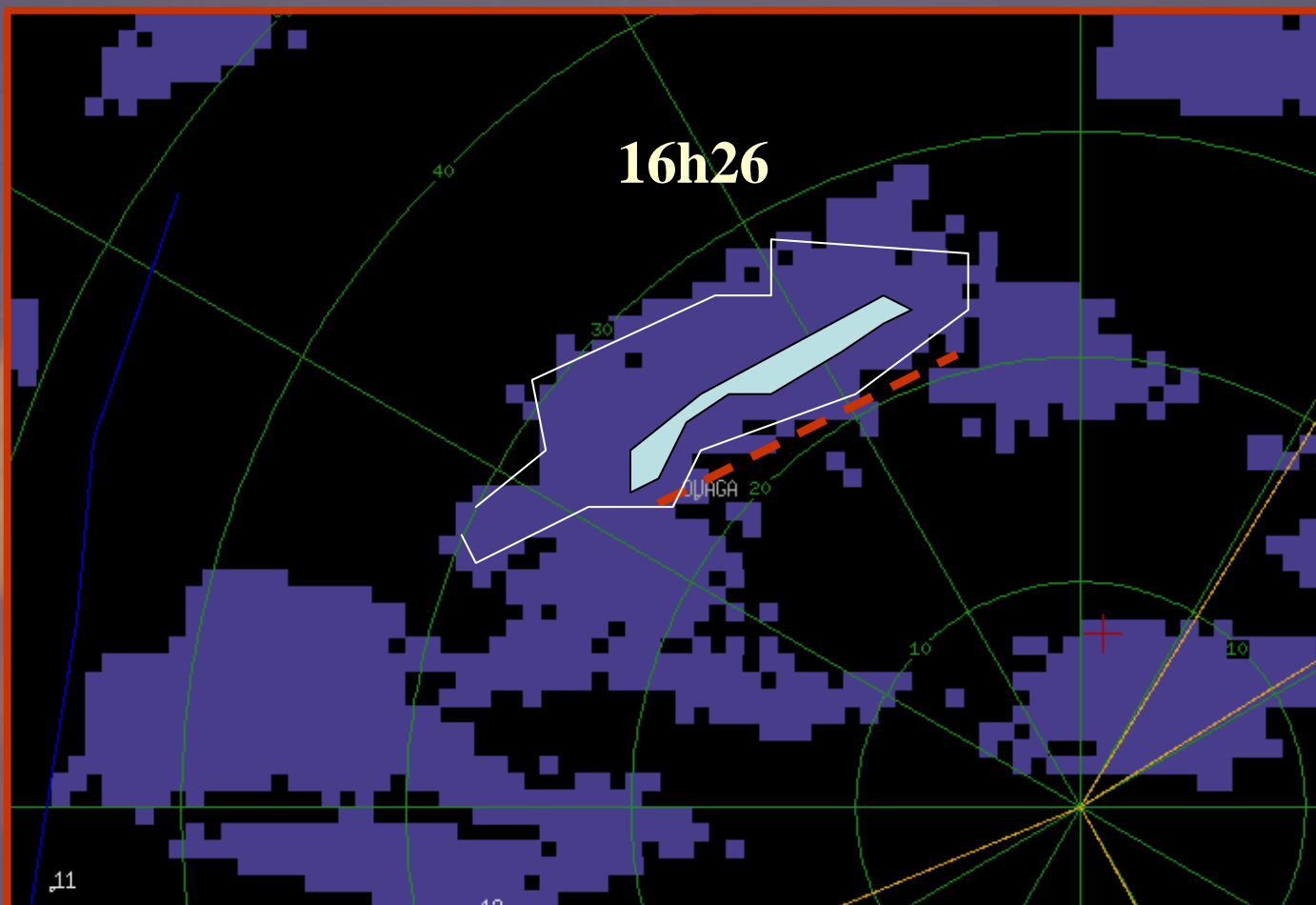
La même cellule 5 minutes après la fin du traitement aux sels hygroscopiques

Programme SAAGA



Photo J.F. Berthoumieu

Évolution du cumul horaire de précipitation (max dBz):



Au total la zone de précipitation de cette cellule fait environ:

50 km de long pour 10 km de large soit 500 km²

Ce qui correspond à environ 5 à 6 millions de m³ d'eau

EVALUATIONS DES OPERATIONS D'ENSEMENCEMENT

Un Plan d'évaluation a été mis en place et adopté par les structures scientifiques nationales et étrangères dont l'OMM; il comprend quatre (4) volets:

I. **VOLET PHYSIQUE** (Phy 1; Phy 2 Phy 3; Phy 4;Phy 5;Phy 6; Phy 7)

Étude de la climatologie des nuages, des aérosols et des précipitations dans la zone d'évaluation.

II. **VOLET ENVIRONNEMENTAL** (Env 1; Env 2 Env 3)

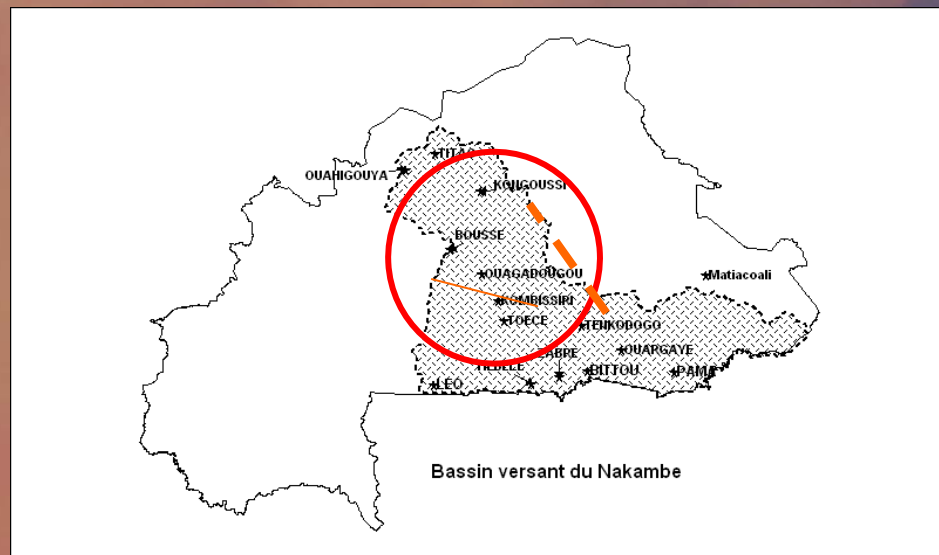
Impact de l'ensemencement des nuages sur la pollution de l'environnement dans la zone d'évaluation.

III. **VOLET SOCIO-CULTUREL**

étudier les impacts socio – culturels du Programme SAAGA.

IV. **VOLET ECONOMIQUE**

étudier la rentabilité du programme des opérations



EVALUATIONS DES OPERATIONS D'ENSEMENCEMENT

VOLET PHYSIQUE;

- **PHY 1**
Climatologie historique et spatiale des précipitations (cumul, intensités, nombre d'évènements) pour les 10 stations synoptiques complétées par 5 postes agro-météo, et possédant des données depuis 1960 au moins. **(SAAGA DMN)**
- **PHY 2**
Climatologie sur les occurrences des pluies en fonction des tranches horaires (00-06, 06-12, 12-18, 18-00), pour les stations synoptiques principales; études des conditions pré-orageuses. **[SAAGA-DMN]**
- **PHY 3**
Prévision saisonnière d'indices de nébulosité (modèles statistiques type PRESAO). **[SAAGA-DMN]**
- **PHY 4**
Variabilité des paramètres hydrologiques (étiages, niveaux, stockage dans lac, eau dans le sol). **[DGIRH-CNRST]**
- **PHY 5**
Traitement et analyse des données de mesures de microphysique des nuages, aérosols et CCN obtenues à l'aide de la plateforme de mesure du Programme SAAGA (selon les protocoles définis par le Programme). **[SAAGA-CNRST-UNIVERSITE]**
- **PHY 6**
Poursuite dans l'atmosphère des noyaux émis par les générateurs au sol. **[CNRST-UNIVERSITE]**
- **PHY 7**
Mise en place des outils statistiques pour l'évaluation. **[UNIVERSITE]**

EVALUATION DES RESULTATS (suite)

VOLET ENVIRONNEMENTAL :

- ENV 1
Evaluation du niveau de concentration en Ag, I et, Ca dans les eaux de pluies. [DGIRH-UNIVERSITE-CNRST]

L'évaluation du niveau de concentration en Ag, I et, Ca dans les eaux souterraines, les eaux de surface se fera plus tard, pour cause de problèmes d'échantillonnage représentatif.
L'évaluation de la contamination probable en Ag, I, et Ca dans les produits agricoles interviendra suivant les résultats précédents.
- ENV 2
Impact de l'ensemencement des nuages sur les sols [CNRST-UNIVERSITE-EIER]

L'objectif principal est d'évaluer dans un premier temps l'impact de l'activité d'ensemencement des nuages sous forme d'un accroissement de la quantité et intensité de la pluie (dans les zones d'influence des générateurs au sol, par comparaison aux autres) sur les sols (érosion, destructuration, inondations.....etc) et ses conséquences (appauvrissement des sols, systèmes racinaires, envasement des lacs, impacts sur les populations.....).
- ENV 3
Impact de l'augmentation des précipitations par ensemencement des nuages sur la végétation et productions agricoles et pastorales: définition et application d'une méthodologie. [CNRST-UNIVERSITE-DGPSA-DAPF]

EVALUATION DES RESULTATS (suite)

VOLET SOCIO CULTUTEL;

Enquêtes (ethno-sociologiques) sur la perception par les populations, l'acceptation des conséquences/risques des opérations d'ensemencement, et les conflits éventuels avec les coutumes et croyances locales. [CNRST]

VOLET ECONOMIQUE.

Action visée: étudier la rentabilité du programme des opérations d'ensemencement au Burkina Faso et faire ressortir des coûts/avantages pour les années suivantes, en termes d'impacts directs et indirects. [CNRST-UNIVERSITE]

Résultats

Pour l'ensemencement en phase glace ou en phase chaude les résultats enregistrés de par le monde font état d'une augmentation des précipitations au sol entre 7 et 17%;

Au Burkina Faso, les études statistiques comparées entre les périodes avant et après la mise en œuvre des opérations d'ensemencement font état d'une augmentation spatiale des précipitations de 7% à 15%

Perspectives

Elles concernent essentiellement:

1. La Formation des personnels;
2. La mise à niveau des équipements;
3. Le renforcement de la coopération scientifique;
4. La mise en place d'une bonne base de données;
5. La conduite d'une nouvelle campagne de mesures des aérosols et CCN.

PARTENAIRES

- Le Programme Al-Ghait avec lequel un protocole d'accord a été signé à Rabat le 8 février 2004;
- L'OMM avec lequel un protocole d'accord a été signé en Juin 2004;
- NCAR avec lequel nous venons de signé un protocole d'accord le 2 avril 2007;
- ?

CONCLUSION

La maîtrise de l'eau est la clé du problème sahélien, une région qui reste fortement dépendante d'une pluviométrie aléatoire. L'augmentation des précipitations par ensemencement des nuages est une des options de cette maîtrise de l'eau dans cette zone.

C'est pourquoi le Burkina Faso s'est beaucoup investi pour la mise en place du Programme SAAGA. Depuis Avril 2004, le Programme SAAGA est devenu une institution permanente au Burkina Faso; il représente un caractère vital pour notre gouvernement qui a la conviction qu'un tel Programme pourra contribuer pleinement et positivement à changer le cours des évènements en matière de stratégie de mobilisation des ressources en eau dans notre pays.

CONCLUSION

Le Programme SAAGA, quoique à un stade de développement, suscite par ses premiers résultats, beaucoup d'espoir.

Les pays voisins s'y intéressent beaucoup; des études de faisabilité, élaborées par le CILSS avec les encouragements de l'OMM, sont terminées et n'attendent plus que la table ronde des bailleurs de fonds pour la mise en place d'un programme sous-régional. Un tel programme permettra de mettre en commun les moyens, de partager les bénéfices et minimiser les risques.



MERCI DE VOTRE ATTENTION