

# LES RAPPORTS DU GRIP

## LE PROGRAMME **HAARP**

---

SCIENCE OU DÉSASTRE ?

Luc Mampaey



© Groupe de recherche et d'information  
sur la paix et la sécurité (GRIP)

rue Van Hoorde, 33  
B-1030 Bruxelles

Tél.: (32.2) 241.84.20

Fax: (32.2) 245.19.33

E-mail: [admi@grip.org](mailto:admi@grip.org)

Website: [www.grip.org](http://www.grip.org)

---

## Avant-Propos

---

Ce rapport a initialement été présenté comme mémoire en vue de l'obtention du grade académique de Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement à l'Université Libre de Bruxelles, Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (ULB-IGEAT) au cours de l'année académique 1997-1998.

Je tiens à remercier tout particulièrement Paul SIMON, professeur à l'IGEAT et directeur de l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique, qui accepta de diriger ce travail de fin d'études, et permit sa réalisation dans d'excellentes conditions, grâce à sa disponibilité et ses judicieux conseils.

Bien d'autres conseils et encouragements ont encore contribué à la réalisation et l'enrichissement de ce travail.

Mes remerciements vont tout naturellement à Rosalie BERTELL, Présidente du *International Institute of Concern for Public Health* (Toronto, Canada), ainsi qu'à Nick BEGICH, habitant en Alaska et leader de l'opposition au programme HAARP. Rencontrés à Bruxelles, à l'occasion d'une audition publique au Parlement européen le 5 février 1998, ils sont sans aucun doute à l'origine de ma décision de rédiger ce travail. Malgré la distance, Nick BEGICH m'a transmis de nombreux documents d'une importance capitale.

Je tiens à remercier également, dans le désordre, tous ceux qui m'ont aidé, l'un à éclaircir un concept ou interpréter une donnée, l'autre à rechercher un document ou fouiller des archives. Je pense particulièrement à MM. J. LEMAIRE, Stéphanie FRETTE (Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique), Michel WAUTELLET (Centre de Didactique des Sciences, Université de Mons-Hainaut), Jean-Pascal van YPERSELE de STRIHOU (Institut d'Astronomie et de Géophysique de l'UCL), André DUMOULIN (chercheur au GRIP), Alain REISENFELD (bibliothécaire au GRIP), ainsi qu'à tous les professeurs, assistants et collaborateurs de l'IGEAT pour leur présence et conseils.

J'adresse également ces remerciements à Magda AELVOET (Présidente du groupe des "Verts" au Parlement européen), et Alain GOSSENS (journaliste à Téléoustique), les premiers à avoir révélé l'existence de ce programme au public belge, le 5 novembre 1997.

Enfin, il est utile d'informer le lecteur que la première partie est uniquement consacrée à des rappels fondamentaux de chimie et de physique de l'atmosphère. Ils sont indispensables pour aborder et comprendre la suite de l'exposé relatif au programme HAARP. Chaque lecteur jugera par lui-même, en fonction de ses propres connaissances, de la nécessité de les lire.

**Luc Mampaey**  
ingénieur commercial  
attaché de recherche au GRIP  
le 15 octobre 1998

Ce document a obtenu le

### **Prix Philippe Bourdeau**

décerné par l'Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (IGEAT) de l'Université Libre de Bruxelles (ULB) pour récompenser un travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention  
du DES en Gestion de l'Environnement (année académique 1997-98).

## Résumé

### Le Programme HAARP

#### Science ou désastre ?

Sur un site du département américain de la défense (DoD) à Gakona, en Alaska, l'*U.S. Air Force* et *U.S. Navy* ont entrepris, en 1993, de faire construire une station de recherche sur les propriétés de l'ionosphère d'une puissance jusqu'ici inégalée: c'est le programme **HAARP**, *High Frequency Active Auroral Research Program*.

Pure recherche scientifique affirment les militaires; étape supplémentaire et risquée dans les tentatives militaires de manipuler l'environnement à des fins hostiles, rétorquent quelques scientifiques et des organisations écologistes ou pacifistes.

A première lecture, rien ne distingue pourtant HAARP des installations de recherches ionosphériques déjà en fonctionnement. Sauf le gigantisme des puissances évoquées, et le contrôle exclusivement militaire du projet. D'où les inquiétudes et la perplexité qu'il suscite, amplifiées encore par la langue de bois, ou les silences, des autorités militaires. HAARP n'est-il que la partie émergée de nouveaux projets militaires, préludes à une nouvelle course aux armements? HAARP risque-t-il de provoquer des dommages irréversibles ou majeurs à l'environnement? Ou bien n'y a-t-il vraiment aucune raison de s'inquiéter?

Les modifications de la biosphère à des fins militaires, ou à d'autres fins hostiles, sont interdites par une Convention de 1977, dite la *Convention ENMOD*. Pourtant, le concept de *Environmental Warfare* fait bien partie du langage et des manuels militaires. Depuis le début des années 90 cependant, alors que se développe aux Etats-Unis une *Revolution in Military Affairs* (RMA) sensée adapter les forces armées à leurs missions du 21<sup>ème</sup> siècle, les références aux techniques de modifications environnementales se multiplient.

Ces nouvelles missions, ou *Future Warfare*, reposent sur une domination dans l'air et dans l'espace, et nécessitent une maîtrise optimale de l'information, de l'environnement et des moyens de communication, ainsi que de nouvelles classes d'armes à énergie dirigée. Vue sous cet angle, une intensification des recherches militaires sur les propriétés ionosphériques et les ondes électromagnétiques n'a rien de surprenant.

Il n'en fallait pas davantage pour propulser le Programme HAARP au cœur d'une controverse, qui finit par franchir l'Atlantique. Ce travail propose d'en faire le point.

La première partie rappellera certaines notions élémentaires de physique et de chimie de l'atmosphère. Ces rappels fondamentaux permettront de mieux comprendre ce qu'est l'ionosphère et l'importance qu'elle revêt, notamment pour les opérations militaires. La deuxième partie s'intéressera au concept et aux définitions de l'*Environmental Warfare* ainsi qu'aux règles de droit international qui s'y appliquent. La troisième partie s'intéressera au Programme HAARP proprement dit: la description du programme, la procédure d'impact sur l'environnement, son inscription dans un contexte historique et militaire, et la confrontation des points de vue à son égard.

HAARP est un programme scientifique. Aux mains des puissants, il peut cependant conduire au progrès comme à l'oppression et au désastre. Sans préjuger des intentions finales des Etats-Unis, et reconnaissant que ce travail émet plusieurs hypothèses, et relaye certaines spéculations, il s'avère fonder d'affirmer que le programme HAARP, en synergie avec d'autres programmes militaires, peut conduire à des déséquilibres dangereux pour l'environnement et les populations.

---

## Sommaire

---

Avant-propos	1
Résumé	2
Liste des abréviations	4
Liste des tableaux, figures, encadrés et photographies	5
Introduction	6
1. Notions de physique et de chimie de l'atmosphère	10
1.1. Nomenclature atmosphérique	10
1.2. Les processus d'ionisation	12
1.3. Les régions de l'ionosphère et leurs propriétés	14
1.4. Les ceintures de radiations	16
1.5. L'importance militaire de l'ionosphère	17
2. Les manipulations militaires de l'environnement	19
2.1. Les modifications militaires de l'environnement et le droit international	19
2.2. <i>Environmental Warfare</i>	21
2.3. Applications: succès, frustrations et objectifs	27
3. Le Programme HAARP	30
3.1. Description technique du projet	30
3.1.1. Principales composantes de l'installation	30
3.1.2. Effets attendus sur l'ionosphère	32
3.1.3. Applications énoncées par les militaires	33
3.2. Les conclusions de l'étude d'impact	39
3.2.1. Base juridique	39
3.2.2. L'étude d'impact du projet HAARP	41
3.3. La face cachée de HAARP: entre réalité et spéculations	44
3.3.1. Les singuliers brevets du principal adjudicataire privé	44
3.3.2. HAARP et les grands projets militaires de l'après-guerre	53
3.3.3. HAARP et les scénarios militaires du futur	57
3.3.4. Le mouvement "NO HAARP"	62
Conclusion	69
Bibliographie	72
Annexe: Loi belge du 3 juin 1982 et Convention <i>ENMOD</i> de 1977	77

---

## Liste des abréviations

---

AIM	Artificial Ionospheric Mirror	ICBM	InterContinental Ballistic Missile
AOC	Air Operations Center	IDS	Initiative de Défense Stratégique
APTI	Advanced Power Technologies, Inc.	IGEAT	Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire (de l'Université Libre de Bruxelles)
ARCO	Atlantic Richfield Company		
BMDI	Ballistic Missile Defense Initiative		
BWM	Benign Weather Modification		
C3	Command, Control and Communication	IR	Infrarouge
		IRI	Ionospheric Research Instrument
CBPRD	Crédits Budgétaires Publics pour la Recherche et Développement	mb	millibar
		MW	mégawatt = $10^3$ Watts
CIA	Couter Intelligence Agency	NEPA	National Environmental Policy Act
CINC	Commander in Chief	NLW	Non Lethal Weapons
CRM	Chemical Release Module	nm	nanomètre = $10^{-9}$ mètre
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency	NSA	National Security Agency
		NSF	National Science Foundation
DC	Direct Current, courant continu	NTBT	Nuclear Test Ban Treaty
DEIS	Draft Environmental Impact Statement	OMS	Orbital Maneuvring System
		OTH	Over-The-Horizon
DoC	Department of Commerce	PCO	Polar Cap Observatory
DoD	Department of Defense	PFRL	Pocket Flat Research Range
DoE	Department of Energy	PGM	Precision Guided Munition
EISCAT	European Incoherent Scatter	ppm	partie par million
ELF	Extremely Low Frequency	Re	rayon terrestre moyen ( $6,37 \cdot 10^3$ km)
EMP	Electromagnetic Pulse	RMA	Revolution in Military Affairs
EPA	Environmental Protection Agency	SPOT	Système Probatoire d'Observation de la Terre
ERP	Effective Radiated Power		
eV	électronvolt	SPS	Solar Power Satellite
FAS	Field Aligned Scatterers	TW	terawatt = $10^{12}$ Watts
FEIS	Final Environmental Impact Statement	UAV	Uninhabited Aerospace Vehicle
		UHF	Ultra High Frequency
GRIP	Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité	ULF	Ultra Low Frequency
		UV	Ultraviolet
GW	gigawatt = $10^6$ Watts	VLF	Very Low Frequency
HAARP	High Frequency Active Auroral Research Program	WFSE	Weather Support Force Element
HF	High Frequency		
HIPAS	High Power Auroral Stimulation		
hPa	hectoPascal = $10^2$ Pascal		
HPMW	High Power MicroWave		
Hz	Hertz		
IASB	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique		

---

## Liste des figures, tableaux, encadrés et photographies

---

- Figure 1. **Nomenclature atmosphérique**
- Figure 2. **Coupe nord-sud de l'atmosphère en juillet**
- Figure 3. **Distribution verticale de la pression atmosphérique**
- Figure 4. **Le spectre du rayonnement électromagnétique**
- Figure 5. **Représentation schématique de la structure thermique, de la densité en ions et en particules neutres en fonction de l'altitude**
- Figure 6. **Les différentes régions de l'ionosphère basées sur la distribution verticale de la densité en électrons**
- Figure 7. **Trajectoire des particules piégées**
- Figure 8. **Situation de la station HAARP**
- Figure 9. **Principe de réflexion des fréquences extrêmement basses après démodulation dans l'ionosphère du signal modulé en amplitude de l'émetteur HF**
- Figure 10. **Principe des *Field Aligned Scatterers*, irrégularités de l'ionosphère alignées sur les lignes de force du champ magnétique, et leur influence sur la transmission des communications**
- Figure 11. **Procédure de l'étude d'impact aux Etats-Unis**
- Figure 12. **Extrait du brevet 4.686.605 de Bernard EASTLUND, décrivant une technique de modification des propriétés de l'ionosphère par l'émission d'une onde HF le long d'une ligne de force du champ magnétique**
- Figure 13. **Extrait du brevet 4.686.605 de Bernard EASTLUND, décrivant une technique d'élévation de la densité d'une région de l'ionosphère**
- Figure 14. **Extrait du brevet 5.068.669 de Peter KOERT and James T. CHA, décrivant une technique de transport d'énergie**
- Figure 15. **Extrait du brevet 5.202.689 de Robert W. BUSSARD and Thomas H. WALLACE, décrivant un miroir relais en orbite pour le transfert d'énergie**
- Figure 16. **Extrait du brevet 4.817.495 de Adam T. DROIBOT, décrivant un système permettant la discrimination rapide entre objets pénétrant l'espace**
- Figure 17. **Programmes sur l'atmosphère, les climats ou les communications impliquant l'Institut de Géophysique de l'Université de l'Alaska**
- Figure 18. **Emission croisée d'ondes HF pour créer un Miroir Ionosphérique Artificiel**
- Figure 19. **Scénarios pour la dégradation des télécommunications**
- Figure 20. **Les stations de recherche sur l'ionosphère dans le monde**
- Tableau 1. **Matrice des capacités opérationnelles souhaitées**
- Tableau 2. **Les 19 systèmes requis par l'*U.S. Air Force* au 21<sup>ème</sup> siècle**
- Tableau 3. **Les 25 technologies clés pour l'*U.S. Air Force* du 21<sup>ème</sup> siècle**
- Encadré 1. **La Convention ENMOD et le droit belge**
- Encadré 2. **Ondes électromagnétiques et *biological process control***
- Photo 1. ***Ionospheric Research Instrument (IRI)*: vue partielle du réseau d'antennes d'émission et des shelters contenant les générateurs.**
- Photo 2. **Vue aérienne du site HAARP et de ses environs**

---

## Introduction

---

Les techniques de modification de l'environnement sont l'une des zones grises de la recherche militaire. Naviguer parmi les maigres informations touchant à ce domaine, et en extraire une analyse objective, est dès lors un exercice délicat. Constamment, il est nécessaire de se frayer un chemin entre les informations qui traduisent l'état réel de la recherche militaire et celles qui relèvent encore de la science-fiction. Systématiquement, il faut distinguer les domaines qui sont réellement une préoccupation pour les états-majors militaires de ceux qui ne sont que des extrapolations alarmistes de groupes d'intérêts divers, qui résultent soit (le plus souvent), d'un manque d'information, soit d'une interprétation inadéquate de l'information, voire d'une désinformation délibérée.

Une évidence s'impose cependant, *a priori*: le concept de *Environmental Warfare* a depuis bien longtemps trouvé sa place dans le jargon militaire. Aux Etats-Unis, dès les années 50, des rapports ou déclarations officielles reconnaissent l'intérêt militaire des techniques de modification des conditions climatiques, allant même jusqu'à considérer que le développement de telles techniques pourrait devenir une arme plus importante que la bombe atomique. Depuis, les recherches en direction d'une maîtrise et d'une manipulation des éléments naturels n'ont jamais cessé. Tout au plus, la Convention de 1977 sur *l'interdiction d'utiliser des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ou toutes autres fins hostiles* a-t-elle ralenti l'allure des travaux, ou du moins leur publication.

Actuellement, le concept de *Environmental Warfare* est explicitement envisagé dans les options de la *Future Warfare* élaborées par les états-majors. Les changements géostratégiques résultant de la fin de la guerre froide, l'innovation et la maturité de certaines technologies, ainsi que les enseignements de la guerre du Golfe, ont amené les militaires à une profonde remise en question des schémas qui organisaient jusqu'ici les forces armées dans la perspective d'un conflit de grande intensité entre deux blocs clairement identifiés.

Aux Etats-Unis en particulier, un consensus se dessine pour affirmer que les formidables

progrès de la science pourront résoudre la plupart des nouveaux problèmes de sécurité auxquels doivent, ou devront, faire face les américains depuis l'éclatement du monde bipolaire qui domina durant 50 ans. Les nouvelles possibilités offertes par la technologie ont donc inspiré une "révolution des affaires militaires" (*Revolution in Military Affairs*, RMA) censée donner aux Etats-Unis les moyens de gagner non seulement des guerres conventionnelles, mais aussi, de dominer dans ce que les Américains nomment les *low intensity conflicts*, les *conflicts short of war* et les *operations other than war* : terrorisme, révoltes, insurrections, narco-trafiquants, prises d'otages, etc... [METZ et KIEVIT, 1994].

Les armées doivent donc s'adapter à des risques de conflits plus diffus, régionaux voire internes. Les armements doivent suivre cette évolution, et changer eux aussi. Les nouvelles missions exigent notamment une maîtrise parfaite des moyens de communication et de l'information, une capacité de contrôler et d'agir sur l'environnement, une panoplie d'armes - dites "non létales" (*Non Létal Weapons*, NLW)<sup>1</sup> - psychologiques, biologiques, ainsi que les nouvelles classes d'armes à énergie dirigée (à impulsion électromagnétique, *EMP Weapons*, par exemple).

Laissons donc aux militaires eux-mêmes le soin d'introduire ce document. Au mois d'août 1996, dans le cadre d'une étude baptisée *Air Force 2025*, commandée par le chef d'Etat-major de l'*U.S. Air Force* afin d'examiner les concepts, capacités et technologies dont les Etats-Unis auraient besoin pour maintenir leur supériorité aérienne et spatiale au siècle prochain, le colonel Tamzy J. HOUSE et une équipe de six autres officiers supérieurs de la *Air University* de l'*U.S. Air Force* ont publié un rapport au titre évocateur de "*Weather as a Force Multiplier : Owning the Weather in 2025*". Le chapitre introductif de ce rapport [HOUSE *et al.*, 1996] décrit le scénario d'une opération militaire considérée par les auteurs comme "technologiquement possible" et "routinière" d'ici une trentaine d'années. Ce scénario

---

<sup>1</sup> Luc Mampaey - *Les armes non létales: nouvelles technologies pour une nouvelle course aux armements* - Les Rapports du GRIP, 98/6, Bruxelles, décembre 1998.



est fidèlement traduit dans les lignes qui suivent. Mieux que tout commentaire, il fixe le contexte des questions abordées dans les chapitres suivants de ce travail.

*"Imaginons qu'en 2025 les Etats-Unis combattent depuis de plusieurs années un puissant cartel sud-américain de la drogue bénéficiant d'importants appuis politiques. Ce cartel a pu acquérir, sur le marché d'occasion, des centaines d'avions de chasse russes et chinois qui ont jusqu'à présent contrecarré toutes les tentatives américaines d'attaques de leurs installations de production.*

*Le cartel dispose localement d'une supériorité aérienne numérique considérable. Dans les limites du territoire qu'il contrôle, le cartel dispose de la capacité de lancer 10 avions pour chaque appareil que l'U.S. Air Force peut engager dans cette région d'Amérique latine.*

*De plus, le cartel utilise le système d'imagerie satellite français SPOT, "Système probatoire d'observation de la terre", lequel est capable, en 2025, de transmettre en temps quasi réel, une imagerie multispectrale avec une résolution de l'ordre du mètre.*

*L'analyse des observations météorologiques révèle que cette région équatoriale d'Amérique du Sud se caractérise par des orages quotidiens, chaque après-midi, durant toute l'année. Les services de renseignement ont confirmé que les pilotes du cartel sont très réticents à voler dans de telles conditions. Par conséquent, les "Weather Force Support Element" (WFSE), sous l'autorité du commandant en chef (Commander in Chief, CINC) du Centre des Opérations aériennes (Air Operations Center, AOC), a reçu pour mission de prévoir la trajectoire des orages et de déclencher, ou d'intensifier les zones d'orages au-dessus des cibles ... Etant donné que les Américains disposent en 2025 d'une capacité aérienne adaptée à tous les types de temps, la menace orageuse est minimale pour leurs pilotes ...*

*Le WFSE dispose des capacités de mesure et de communication nécessaires*

*pour observer, détecter et agir selon les exigences de modifications des facteurs météorologiques requises pour venir en appui des objectifs militaires américains. Ces capacités sont intégrées à un système avancé de gestion d'une zone de combat chargé du soutien des unités combattantes du CINC. Dans ce scénario, le CNIC charge le WFSE de conduire les opérations d'intensification des tempêtes et de dissimulation. Le WFSE modélise les conditions météorologiques pour prévoir, avec 90% de fiabilité, la probabilité de succès d'une modification utilisant un système aéroporté de génération de nuages.*

*En 2025, des véhicules aérospatiaux inhabités (UAV) sont utilisés en routine pour des opérations de modification du temps. En intégrant dans un modèle le moment désiré pour l'attaque, les prévisions des vents et des perturbations, et une projection de la trajectoire des satellites du système SPOT, le WFSE est capable de définir un profil de mission pour chaque UAV. Le WFSE guide chaque UAV grâce au déploiement d'un réseau de senseurs qui fournissent une information pratiquement en temps réel.*

*Avant le lancement de l'attaque, coordonnée avec les prévisions des conditions météorologiques fournies par le WFSE, les UAVs commencent les opérations de génération et d'ensemencement des nuages. Les UAVs déploient un bouclier de cirrus afin de priver l'ennemi de leurs moyens de surveillance visuels et infrarouges. Simultanément, des générateurs de micro-ondes provoquent localement des scintillations pour interrompre les capteurs actifs via des systèmes (Synthetic Aperture Radar, SAR) semblables au système canadien de recherche et de sauvetage assisté par satellite (Search and Rescue Satellite-Aided Tracking, SAR-SAT) qui sera largement et commercialement disponible en 2025. D'autres développements de nuages permettront aux perturbations en formation de s'intensifier au-dessus de la cible, limitant sévèrement les capacités de défense de l'ennemi.*

*Le WFSE contrôle l'ensemble des opérations en temps réel et enregistre l'achèvement avec succès d'une nouvelle mission de modification des conditions météorologiques d'une opération militaire; une mission importante, mais routinière en cette année 2025."*

Farfelu? Science-fiction? Une lecture attentive de la littérature de diverses sources américaines, discrètes mais néanmoins publiques, dont le Département de la Défense (DoD), la DARPA (*Defense Advanced Research Programme Agency*), l'*U.S. Air Force*, l'*U.S. Navy*, l'*U.S. Army War College*, d'instituts de recherche tels que la *RAND Corporation* et le *Woodrow Wilson Center*, ou des firmes privées liées aux programmes de recherche militaire, démontrent pourtant que les techniques de modification de l'environnement sont une préoccupation ancienne et permanente des Etats-Unis, mais qu'un regain d'intérêt pour ces techniques est nettement perceptible depuis le début des années 90.

J'aborderai dans ce travail une seule des multiples facettes de cette guerre du futur que préparent les militaires. *Information Warfare* et *Environmental Warfare* partagent des exigences identiques: des systèmes de télécommunication infaillibles et une maîtrise de l'air et de l'espace. Ces contraintes expliquent un intérêt commun, et apparemment prioritaire, pour un élément précis de notre environnement: l'**ionosphère** <sup>2</sup>.

Sur un site appartenant au département américain de la Défense (DoD) à Gakona, en Alaska, l'*U.S. Air Force* et l'*U.S. Navy* ont entrepris de faire construire, depuis 1993, une station de recherche sur les propriétés de l'ionosphère d'une puissance jusqu'ici inégalée: c'est le programme **HAARP**, *High Frequency Active Auroral Research Program*.

Pure recherche scientifique affirment les militaires; étape supplémentaire et risquée dans les tentatives militaires de manipuler l'environnement à des fins hostiles rétorquent certains

scientifiques et des organisations écologistes ou pacifistes.

A première lecture, rien ne distingue pourtant HAARP des installations de recherche ionosphériques déjà en fonctionnement. Sauf le gigantisme des puissances évoquées, et le contrôle exclusivement militaire du projet. D'où les inquiétudes et la perplexité de certains, amplifiées encore par la langue de bois, ou les silences des autorités militaires. HAARP est-il seulement la partie émergée d'un nouveau mégaprojet militaire semblable à la "Guerre des Etoiles"? HAARP risque-t-il de provoquer des dommages irréversibles ou majeurs à l'environnement? Ou bien n'y a-t-il vraiment aucune raison de s'inquiéter?

Dans ces conflits passionnés, la vérité est souvent quelque part à mi-chemin. Ce qui est certain, néanmoins, c'est que les recherches sur l'ionosphère reviennent comme une priorité dans de nombreuses études militaires relatives aux techniques de modifications environnementales. En outre, garantir l'opérationalité des communications alliées en toutes circonstances, et avoir la capacité d'interrompre les communications ennemies pour une durée et en un endroit déterminés, sont un autre fil d'Ariane entre toutes les études sur les systèmes d'armes du siècle prochain; et dans ce domaine encore, le rôle de l'ionosphère est fondamental.

Difficile, dès lors, d'imaginer que le plus ambitieux programme de recherches et d'expériences sur l'ionosphère jamais entrepris, entièrement contrôlé par le DoD, soit une pure recherche scientifique, réellement indépendante de cette ambition, pourtant si clairement manifestée par ailleurs, de développer les systèmes d'armes et les instruments de l'*Information and Environmental Warfare* du futur.

Ce travail tente de faire le point sur la controverse née de ce projet. L'ionosphère tient un rôle fondamental dans le fonctionnement de notre écosphère <sup>3</sup>. Ce n'est pourtant pas le prin-

<sup>2</sup> L'ionosphère sera définie dans la première partie, consacrée au rappel de notions élémentaires de physique et chimie de l'atmosphère.

<sup>3</sup> Ecosphère: un écosystème se définit par l'association d'une biocénose (composée d'une phytocénose, zoocénose et microbiocénose formant la communauté de tous les organismes vivant ensemble dans un même lieu) et d'un biotope qui désigne leur milieu de vie et comporte un climatope (ensemble des facteurs climatiques), un édaphotope (ensemble des facteurs liés au sol) ou un hydrotape (ensemble des caractéristiques de l'eau en milieu aquati-

cipe de la recherche scientifique sur ce patrimoine qui sera contesté: une meilleure compréhension du fonctionnement de la biosphère est une ambition légitime. Prévoir, anticiper, voire corriger certains phénomènes naturels catastrophiques pourra peut-être un jour épargner de nombreuses vies. Mais ces éléments qui intéressent la recherche militaire sont aussi de remarquables systèmes non linéaires, chaotiques; leurs réactions aux intrusions de l'homme restent imprévisibles. L'évaluation des conséquences de ces recherches doit être réalisée avec prudence, transparence et concertation. Les laboratoires militaires de recherches ne sont probablement pas les lieux les mieux indiqués pour cela.

HAARP est donc un programme militaire qui interpelle l'esprit critique. N'ouvre-t-il pas la boîte de Pandore qui amènera d'autres Etats à se lancer derrière les Etats-Unis dans une nouvelle course aux armements? La question, qui reconnaît déjà implicitement que l'objectif est bien le développement de système d'armes, a été posée en 1993 par un Membre du Congrès au cours de la procédure d'enquête imposée par la législation américaine pour ce projet public. Edward Kennedy, du *Naval Research Laboratory* à Washington D.C., et responsable des relations entre les contractants privés et le gouvernement, reconnaît qu'il est difficile de répondre à cette question, "cependant, a-t-il ajouté, la plupart des autres pays ne seraient pas capables de financer la construction d'un instrument aussi puissant".

Il faut bien constater que les Etats-Unis disposent d'une avance technologique considérable et consacrent plus de la moitié des crédits budgétaires publics de recherche et développement (CBPRD) à des programmes militaires. En 1995, la recherche militaire américaine a englouti quelque 25,4 milliards d'ECU (à prix constants 1990), soit 54% des CBPRD totaux. A titre de comparaison, la moyenne de l'Europe des Quinze se situe à 17,4% des CBPRD totaux affectés à la recherche militaire, soit environ 8,2 milliards d'ECU en 1995 (à prix constants

1990)<sup>4</sup>. L'avantage financier et technologique américain prémunit-il d'une future prolifération de ces nouvelles technologies militaires? C'est peu probable. Plus de cinquante ans après le *Project Manhattan* (1942), qui livra la première bombe atomique en 1945, nous avons pu vérifier que même les pays les plus pauvres ont la capacité de se doter de l'arme nucléaire.

La première partie rappellera certaines notions élémentaires de physique et de chimie de l'atmosphère. Ces rappels fondamentaux permettront de mieux comprendre ce qu'est l'ionosphère et l'importance qu'elle revêt, notamment pour les opérations militaires.

La deuxième partie s'intéressera au concept et aux définitions de l'*Environmental Warfare* ainsi qu'aux règles de Droit international qui s'y appliquent.

La troisième partie s'intéressera au Programme HAARP proprement dit: description du programme, inscription du programme dans son contexte historique et militaire, et confrontation des points de vue à son égard.

*La vie est l'art de tirer des conclusions suffisantes de prémisses insuffisantes*, écrivait Samuel BUTLER<sup>5</sup> voici un siècle. Un art d'autant plus utile à maîtriser dans ce genre de matière relative à la politique de défense et aux recherches militaires d'un Etat. Nous savons, par avance, que nous ne disposons jamais de la totalité des éléments que requiert une analyse rigoureuse. La conclusion de ce travail repose cependant sur suffisamment d'indices, de faits ou de documents authentiques pour donner une description objective du Programme HAARP et de ses applications militaires potentielles, et mieux comprendre ainsi le débat qu'il suscite.

---

que). Si l'on porte le concept écosystémique au niveau de la planète entière, on peut parler d'écosphère: la biocénose est la biosphère, ensemble de tous les organismes vivants de la planète, et le biotope est la mince pellicule de contact, compatible avec la vie, entre atmo- litho- et hydrosphère.

---

<sup>4</sup> Sources: OCDE pour les Etats-Unis, EUROSTAT pour les pays européens; ces données sont compilées et tenues à jour sur le site Web du GRIP (Groupe de recherche et d'information sur la paix et la sécurité), <http://www.grip.org>.

<sup>5</sup> Samuel BUTLER (1835-1902), écrivain britannique, dans *Notebooks*.

# 1. Notions de physique et de chimie de l'atmosphère

## 1.1. Nomenclature atmosphérique

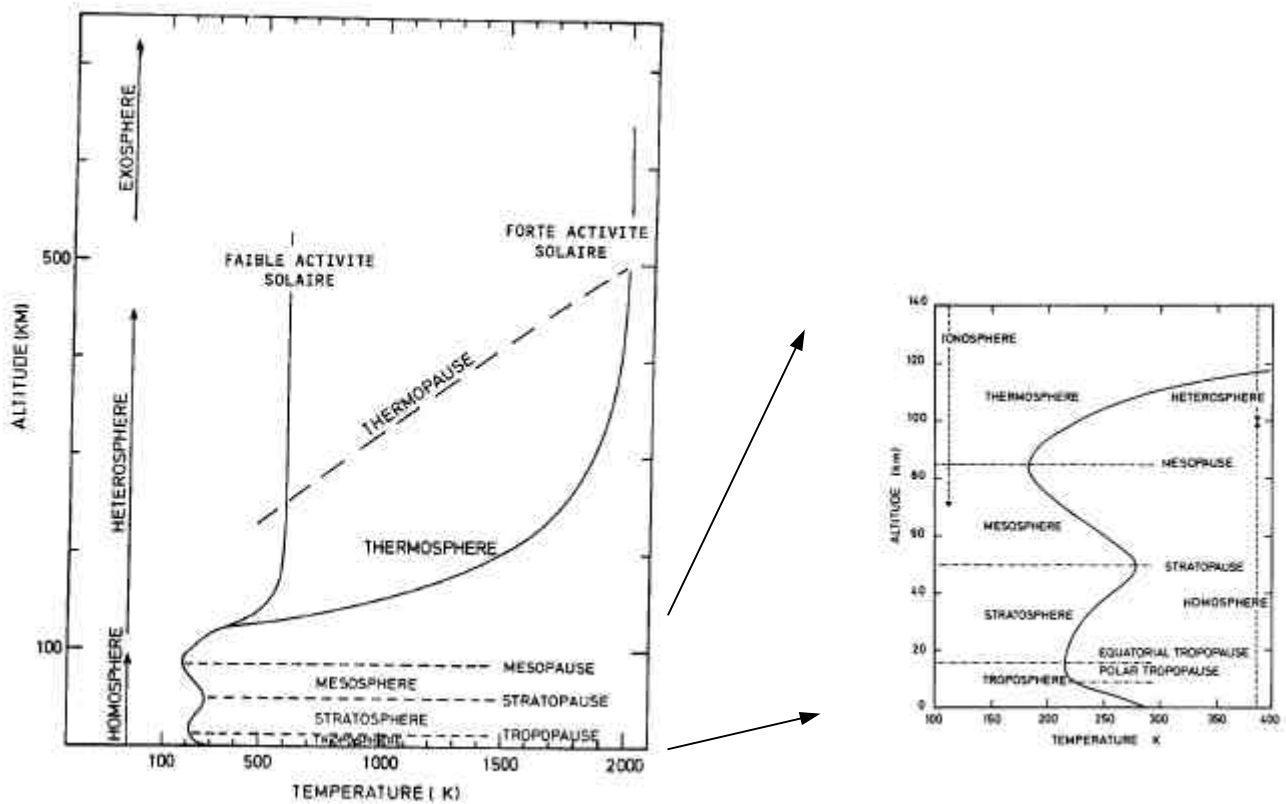
L'atmosphère terrestre est divisée en plusieurs régions variant en densité et en composition selon l'altitude au-dessus de la surface du globe. Deux types de nomenclature peuvent être utilisés: l'une basée sur la distribution verticale de la température et l'autre sur la composition chimique et l'état dynamique. Nous nous intéresserons aux régions se succédant jusqu'à 200-300 kilomètres, définies comme l'espace proche (*Near Space*) dans les exposés militaires, par opposition à l'espace éloigné (*Outer Space*).

La partie inférieure de l'atmosphère est appelée la **troposphère** et s'étend jusqu'à la **tropopause** située à une altitude d'environ 10 à 15 km selon la latitude. Comme l'indique la figure 1, la troposphère est caractérisée par un

gradient de température négatif. L'oxygène O<sub>2</sub> et l'azote N<sub>2</sub> sont les gaz dominants dans cette région. Les phénomènes météorologiques qui nous concernent sont confinés dans cette région basse, souvent turbulente, venteuse et nuageuse, qui contient plus de 90% de la masse de l'atmosphère terrestre et 99% de la vapeur d'eau. Les plus hautes montagnes sont uniquement dans cette zone et l'essentiel des activités humaines s'y déroulent.

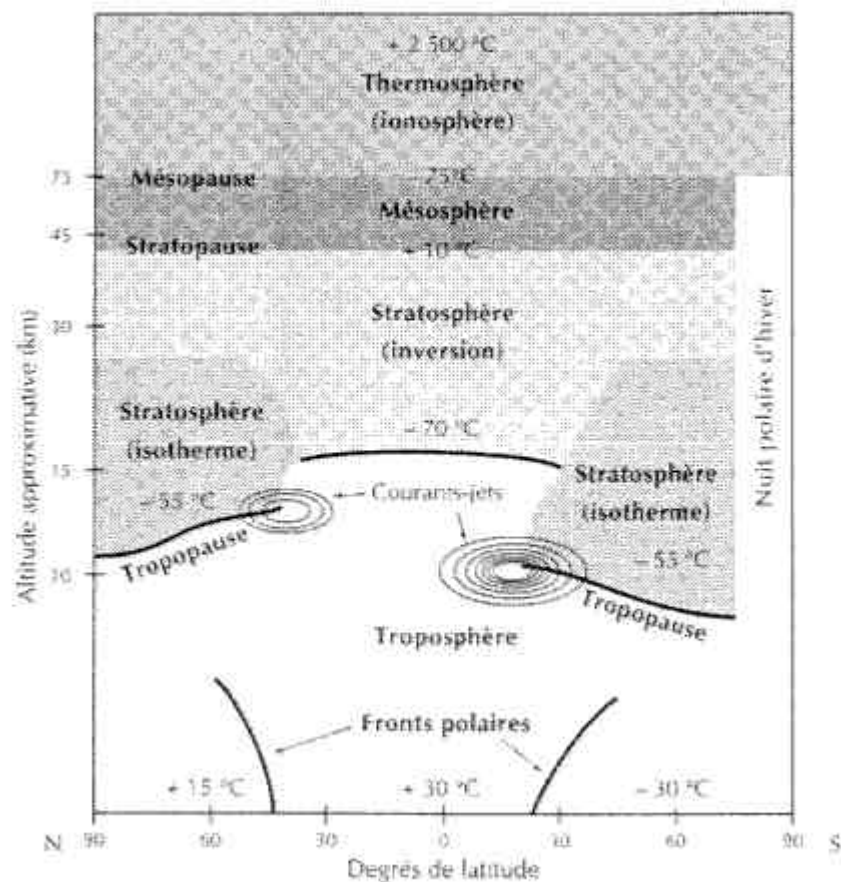
L'altitude moyenne de la tropopause varie en fonction de la latitude. On note des ruptures et une élévation de la tropopause de part et d'autre des zones équatoriales. Ces ruptures sont caractérisées par des discontinuités du gradient de température, permettant un transfert de matière entre la troposphère et la **stratosphère**. A ces ruptures sont aussi associés des courants très rapides, appelés **courants jets**.

Figure 1. Nomenclature atmosphérique



source: CAMY-PEYRET (1982) et BRASSEUR et SOLOMON (1982)

Figure 2. Coupe nord-sud de l'atmosphère en juillet



Source: LAMBERT (1995)

La **stratosphère** est une région calme et sans nuages. Les gaz y sont encore assez denses pour que des ballons à air chaud puissent grimper jusqu'à des altitudes de 15-20 km et ceux à l'hélium jusqu'à environ 40 km. Mais l'air se raréfie rapidement et la composition en gaz se modifie sensiblement au-delà de ces altitudes. Le rayonnement solaire pénétrant dans la stratosphère a une longueur d'onde inférieure à 240 nm et est capable de dissocier une molécule d'O<sub>2</sub> en deux atomes isolés d'oxygène O, chacun pouvant ensuite se recombinaison avec une molécule d'O<sub>2</sub> pour former une molécule d'O<sub>3</sub>: l'**ozone**. L'ozone atteint un maximum de densité, quelques ppm<sup>6</sup>, à une altitude d'environ 25 km. Cette couche d'ozone constitue pour la vie terrestre un filtre protecteur essentiel contre le rayonnement ultraviolet abiotique du Soleil. Dans la stratosphère, l'accroissement de la température résulte essentiellement de l'absorption

du rayonnement solaire UV par l'O<sub>3</sub>. La température atteint un maximum de 270°K<sup>7</sup> à la **stratopause** située à une altitude d'environ 50km.

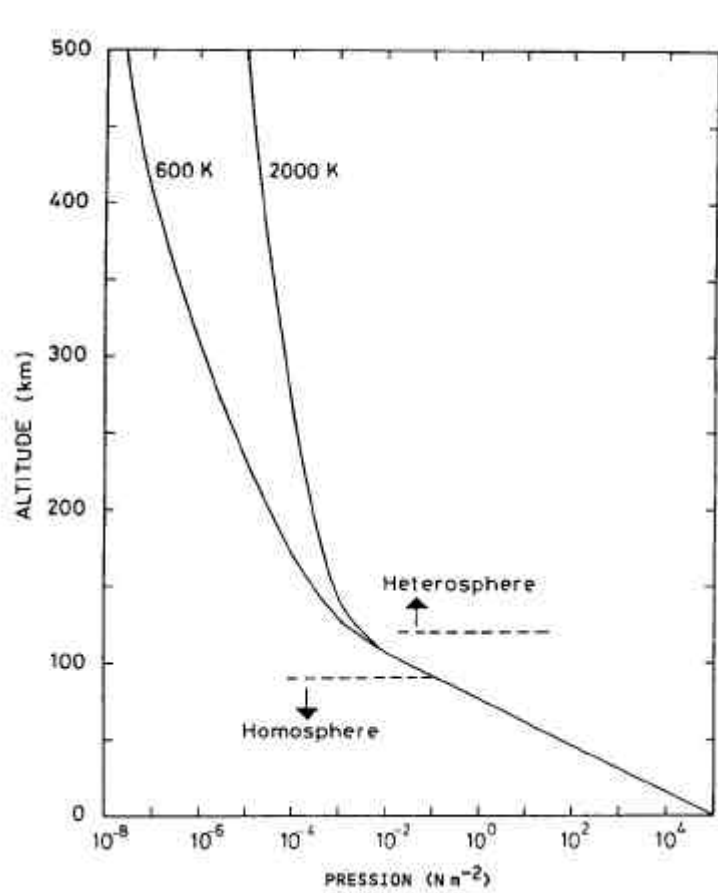
La figure 3 montre la distribution de la pression atmosphérique<sup>8</sup> en fonction de l'altitude. La pression décroît très fortement entre 0 et 100 km. A la **stratopause** règne une pression voisine de 1 hPa, soit environ 1000 fois moins qu'au niveau du sol. Au-delà, la pression continue à diminuer, mais avec un gradient moins prononcé, et selon un tracé différent selon l'activité solaire.

<sup>7</sup> 0°K = -273,15°C

<sup>8</sup> La figure 2 exprime la pression atmosphérique en newton par mètre carré (Nm<sup>-2</sup>), une unité équivalente au Pascal (Pa). La pression peut également s'exprimer en Bar : 1 Nm<sup>-2</sup> = 1 Pa = 10<sup>-5</sup> b. Au sol, l'atmosphère standard sèche est caractérisée par une pression de 1,01325 10<sup>5</sup> Nm<sup>-2</sup> = 1013,25 hPa = 1013,25 mb = 760 mm Hg.

<sup>6</sup> ppm = partie par million = 1 unité sur un total de 1 million

Figure 3. Distribution verticale de la pression atmosphérique



Source: CAMY-PEYRET (1982).

A 50 km commence la mésosphère, à nouveau caractérisée par un gradient de température négatif dû essentiellement à l'émission infrarouge par le  $\text{CO}_2$ . La température devient minimum à la mésopause, vers 85 km. Au-dessus de 85 km commence la **thermosphère**, où la température augmente fortement, jusqu'à atteindre une valeur quasi constante à la **thermopause**. L'altitude de la thermopause ainsi que la température à laquelle le gradient de température devient négligeable dépendent beaucoup de l'activité solaire, comme l'indique la figure 1.

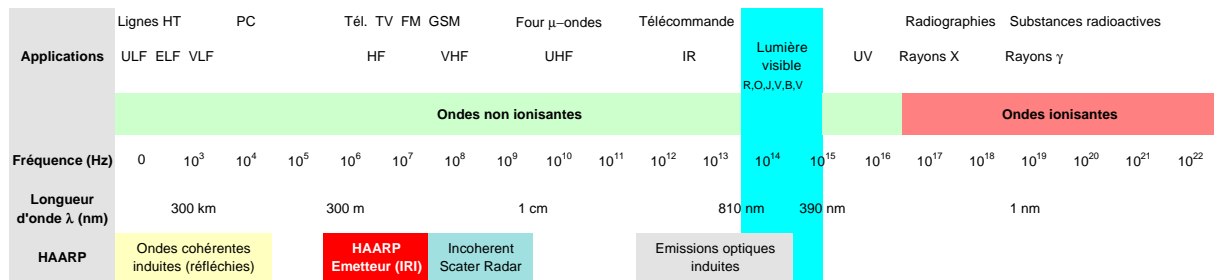
L'homogénéité des principaux constituants de l'atmosphère cesse à cette altitude de 85-100 km, à un taux plus élevé pour les constituants lourds ( $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ) que pour les constituants légers, de sorte que ces derniers ont une abondance relative plus importante. Des électrons libres peuvent exister pendant de courtes périodes avant d'être capturés par un ion positif à sa proximité.

## 1.2. Les processus d'ionisation

En dehors de l'atmosphère, la puissance du rayonnement solaire est encore de 1.367 watts par  $\text{m}^2$  (ou 0,1367 watts par  $\text{cm}^2$ ), une valeur connue comme la **constante solaire**. Ce rayonnement intense est réparti sur tout le spectre électromagnétique, depuis les fréquences radio, en passant par les rayonnements infrarouge et visible, jusqu'aux rayons X et  $\gamma$ .

Le rayonnement électromagnétique du Soleil dans l'ultraviolet aux longueurs d'ondes plus courtes ( $< 100\text{nm}$ ) est **ionisant** car, à ces fréquences, les photons ont une énergie capable d'arracher un électron d'un atome ou d'une molécule de gaz. Ce processus peut s'illustrer d'une façon simplifiée comme suit: le rayonnement solaire frappant un atome ou une molécule est partiellement absorbé par cet atome ou molécule mais a une énergie suffisante pour lui arracher un électron, d'où la production d'un électron libre et

Figure 4. Le spectre du rayonnement électromagnétique



Sources: composition sur base de: notes de cours ULB-IGEAT, **Test-Santé** n°26 du mois de juillet 1998, et **Air Force Phillips Laboratory and Office of Naval Research** (1995) - *HAARP Research and Applications: a Joint Program of Phillips Laboratory and the Office of the Naval Research (Executive Summary)*, June 1995, p. 6.

d'un atome (ou d'une molécule) chargé positivement (les rayons cosmiques et les particules de vent solaire contribuent également faiblement à ce processus).

Dans la stratosphère, la concentration en particules chargées est inférieure à 10.000 par cm<sup>3</sup>. L'ionisation, très faible, est principalement le fait des rayons cosmiques et galactiques essentiellement composés de protons et de noyaux d'hélium (particules alpha).

Au fur et à mesure que l'altitude augmente, les rayons UV intenses du Soleil (hv) sont moins absorbés. Progressivement, le processus de photoionisation prend plus d'importance. Mais il reste faible, car il est en compétition avec un processus opposé de recombinaison, dans lequel un électron libre est recapturé par un ion positif. A partir de 80 km environ, la concentration des constituants atmosphériques neutres commence à décroître fortement, comme l'indique la figure 5, et le processus de recombinaison perd de son efficacité.

Cette partie de la thermosphère où se marque l'existence d'une forte densité de particules chargées conduisant à un taux d'ionisation élevé indique le début de l'**ionosphère**. La figure 5, outre un rappel de la structure thermique, illustre l'évolution des densités en particules neutres parallèlement à celle des particules chargées, les ions. L'ionosphère a, à la fois, les propriétés d'un gaz et d'un plasma<sup>9</sup> et se com-

porte comme un fluide d'atomes et de molécules (X) qui peuvent donc être ionisés [BRASSEUR et SOLOMON, 1984]

- (1) soit par le rayonnement solaire (hv) de courte longueur d'ondes (rayons UV et X), et, dans une moindre mesure, par les rayons cosmiques:

$$X + hv = X^+ + e$$

- (2) soit par la précipitation de particules énergétiques (électrons accélérés e\*):

$$X + e^* = X^+ + 2e$$

Au-delà d'une certaine altitude, de l'ordre de 500 ou 1000 km mais variable en fonction de l'activité solaire et géomagnétique, la densité décroît très rapidement, et les collisions entre les particules deviennent tellement rares qu'elles sont pratiquement négligeables. A partir d'une altitude appelée **niveau critique** (ou hétéropause, ou exobase) marquant le début de l'**exosphère**, les rares particules ne se présentent plus en couches horizontales mais suivent des trajectoires paraboliques, elliptiques, hyperboliques, ou tendent à s'aligner sur les lignes du

entre les formes solide, liquide et gazeuse correspond à une phase de transition déterminée par une température et un apport d'énergie déterminés. Le passage à l'état de plasma, par contre, ne correspond pas à une phase précise de transition mais se produit graduellement avec l'accroissement de la température. Au cours de ce processus, une molécule de gaz se dissocie d'abord en atomes; sous l'effet de la température croissante, les collisions entre les atomes libèrent des électrons de l'orbite externe. Il en résulte la formation d'un plasma, mélange de particules neutres, l'électrons libres négatifs et d'ions positifs (les molécules et/ou atomes qui ont perdu un électron).

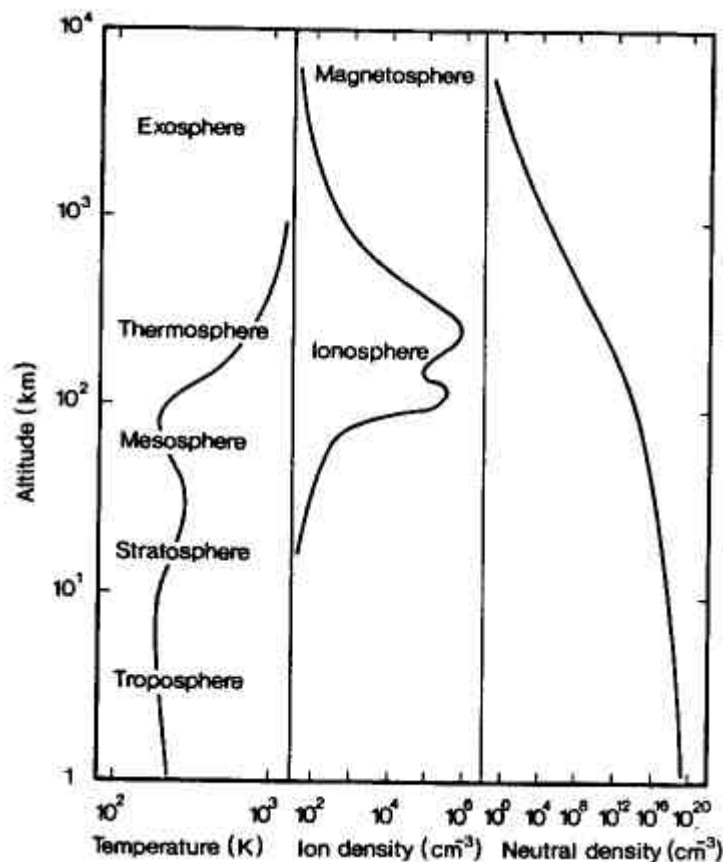
<sup>9</sup> Plasma: La matière peut prendre quatre états différents, dépendant de la force des liaisons entre les particules qui la constituent: solide, liquide, gazeux ou plasma. Le passage

champ magnétique terrestre. A ces altitudes de l'ordre de 2000 ou 3000 km, les concepts habituels de pression et de température perdent leur sens habituel [CAMY-PEYRET, 1982].

Nous resterons cependant bien au-dessous de ces altitudes extrêmes. Les phénomènes qui nous préoccupent concernent essentiellement l'ionosphère, dont l'existence a été envisagée au début de ce siècle. En 1901, MARCONI établis-

sait la première liaison par ondes radio entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Quelques années plus tard, KENNELLY et HEAVISIDE ont chacun suggéré que ce type de communication n'était possible que grâce à une réflexion des ondes radio par une couche atmosphérique conductrice aux environs de 80 km. Nous allons approfondir ci-dessous la structure de l'ionosphère et son influence sur la propagation des ondes radio.

Figure 5. **Représentation schématique de la structure thermique, de la densité en ions et en particules neutres en fonction de l'altitude**



Source: REES (1989)

### 1.3. Les régions de l'ionosphère et leurs propriétés

On peut donc définir plusieurs couches d'ionisation, les régions D, E, F1 et F2, caractérisées, en fonction de l'altitude, par la densité en électrons et le type d'interaction avec les ondes radios [BRASSEUR et SOLOMON, 1984].

La **région D** de l'ionosphère se situe entre 60 et 85 km. L'ionisation résulte principalement

de la photoionisation des molécules d'oxyde d'azote (NO) par le rayonnement Lyman  $\alpha$  (121,6 nm, rayonnement ultraviolet dû à l'hydrogène) et de la photoionisation des molécules d'oxygène (O<sub>2</sub>) et d'azote (N<sub>2</sub>) par les rayons X du Soleil de longueur d'onde inférieure à 1 nm. Au-dessous de 70 km, le rayonnement cosmique de haute énergie peut également contribuer à l'ionisation de l'O<sub>2</sub> et du N<sub>2</sub>. La région D a la faculté d'**absorber** les ondes radio mais disparaît pendant la nuit.

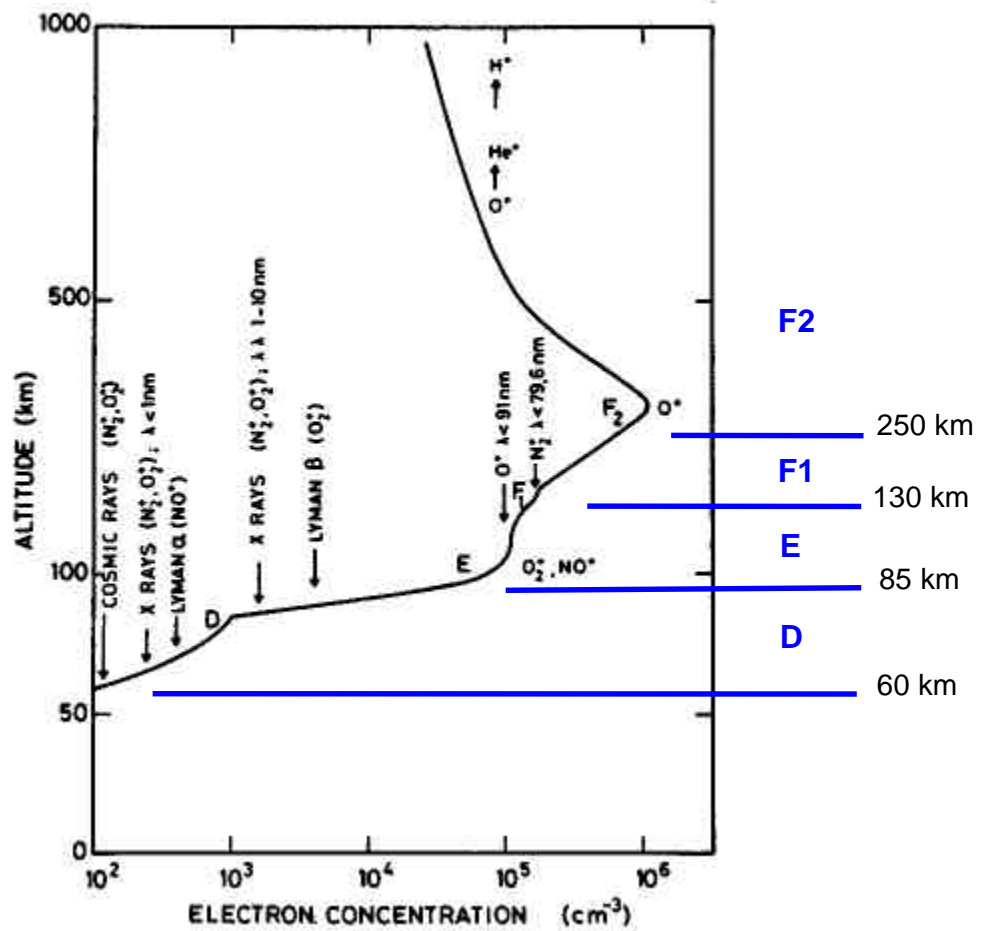


La **région E** apparaît entre 85 et 130 km sous l'effet simultané de rayons X émis par le Soleil entre 1 et 10 nm et de rayonnements ultraviolets (vers 100 nm) ionisant la molécule et l'atome d'oxygène. Elle s'étend jusqu'à environ 150 km d'altitude. Pendant la nuit, il n'en subsiste que de légères traces. La couche E est la première à avoir été découverte et a la propriété de **réfléchir** les ondes radios. Elle est donc particulièrement importante pour les communications radios, car elle permet de transmettre des signaux modulés en amplitude (AM) sur de longues distances par-dessus la ligne d'horizon (*Over-The-Horizon*, OTH). Il est intéressant de mentionner que ce processus de réflexion fonctionne aussi dans l'autre sens: le rayonnement auroral kilométrique (AKR) créé par la précipitation de particules très haut au-dessus de l'io-

nosphère n'atteint pas le sol parce qu'il est réfléchi par la couche E.

La **région F**, au-delà de 130 km, se subdivise en régions F1 et F2; elle résulte de l'ionisation par l'ultraviolet solaire entre 9 et 91 nm. Cette région subsiste pendant la nuit, bien que la densité électronique puisse se réduire d'un facteur 100 pendant la période nocturne. Les variations de l'état des régions ionosphériques diurnes, ou à plus long terme, influencent aussi les télécommunications radio-électriques. Les deux régions F ont également la propriété de **réfléchir** les ondes radios de fréquences entre 5 et 10 MHz ou de les **transmettre** dans l'espace (vers un satellite par exemple) si leur fréquence est plus élevée.

Figure 6. Les différentes régions de l'ionosphère basées sur la distribution verticale de la densité en électrons



source: BRASSEUR et SOLOMON (1982)

#### 1.4. Les ceintures de radiations

En 1958, les expériences menées à l'aide des instruments du premier satellite américain, EXPLORER 1, ont permis à James VAN ALLEN de découvrir que la Terre était entourée d'une zone de radiation intense. Cette zone, que l'on nomma les **ceintures de radiation de Van Allen**, se compose de particules chargées, positives ou négatives, qui décrivent des orbites fermées autour des lignes de force du champ magnétique terrestre.

Une brève description de leur formation se justifie, notamment en raison de leurs relations avec l'ionosphère, de leurs influences sur les équipements et équipages spatiaux ainsi que des expériences militaires qui s'y sont déroulées (ce point sera abordé au paragraphe 3.3.2).

Les ceintures de radiations se trouvent dans la **magnétosphère**. La magnétosphère est la région de l'espace, entre l'ionosphère et le plasma solaire, qui contient le champ magnétique d'origine terrestre. Lorsque des particules sont piégées dans le champ géomagnétique, elles peuvent peupler les ceintures de radiation pendant des mois, voire des années.

Ces particules piégées, qui rebondissent d'un hémisphère à l'autre le long d'orbites fermées autour de la terre, ont deux origines principales. On y trouve, d'une part, des protons et des électrons qui résultent de photoionisation dans l'ionosphère, et d'autre part, des particules originaires du vent solaire (essentiellement des protons, des électrons et des noyaux d'hélium) qui durant ce qu'on appelle un orage magnétique, pénètrent la queue du champ magnétique, d'où elles dérivent et se rapprochent de la Terre en devenant de plus en plus énergétiques<sup>10</sup>. On sait, depuis quelques années, que des ions plus lourds d'hélium ou d'oxygène résultant de l'ioni-

sation d'atomes neutres, d'origine interstellaire, par le rayonnement UV du Soleil peuvent également être piégés temporairement par le champ magnétique terrestre [IASB, 1998].

Les ceintures de radiations de Van Allen peuvent s'observer dans la région où le champ magnétique est relativement stable, depuis une altitude d'environ 200 km jusqu'à une altitude maximum équivalent à environ 10 rayons terrestres (10 Re)<sup>11</sup>. Au-dessous de cette plage d'altitudes, les particules piégées sont ralenties par les collisions avec les constituants de l'atmosphère, ou déviées vers l'atmosphère plus dense. Au-dessus, près de la magnétopause, les fluctuations du champ magnétique induites par les variations du vent solaire empêchent de piéger des particules pendant de longues périodes [WALT, 1994].

On distingue deux ceintures de radiations de Van Allen. Une ceinture interne, peuplée principalement de protons très énergétiques, plusieurs centaines de millions d'électronvolts (MeV)<sup>12</sup>, qui s'étend jusqu'à environ 4 Re. Et une ceinture externe, contenant surtout des électrons de quelques MeV, mais beaucoup plus dynamique que la ceinture de protons et soumise à des tempêtes et des perturbations régulières. Cette deuxième ceinture s'étend jusqu'à proximité de la magnétopause, à environ 10 Re [DALY *et al.*, 1996].

Les radiations ionisantes des ceintures de Van Allen constituent un réel danger pour les équipements spatiaux et nécessitent une protection efficace tant pour les matériels que pour les équipages. Le bombardement continu de particules extrêmement énergétiques peut en effet exposer les astronautes à un risque accru de cancer, détériorer l'électronique embarquée et les panneaux solaires, ou provoquer des signaux parasites.

Ces ceintures constituées d'un plasma de particules énergétiques forment autour de la Terre un énorme réservoir d'énergie, dont, occasionnellement, une fraction est relâchée dans l'atmosphère. Cette libération d'énergie donne

<sup>10</sup> L'interaction du vent solaire et du champ magnétique terrestre se comporte comme un générateur naturel d'énergie électrique, comparable à un générateur conventionnel dans lequel l'énergie électrique est produite par le déplacement d'un conducteur dans un champ magnétique artificiel. Les courants générés ainsi par le vent solaire circulent vers la Terre, guidés par les lignes du champ magnétique, et ferment le circuit électrique en traversant l'ionosphère au pôle magnétique. Ce phénomène est connu comme le circuit électrodynamique auroral, et transporte vers la Terre une puissance de l'ordre de 0,1 à 1 GigaWatts dissipée dans la zone polaire de l'ionosphère.

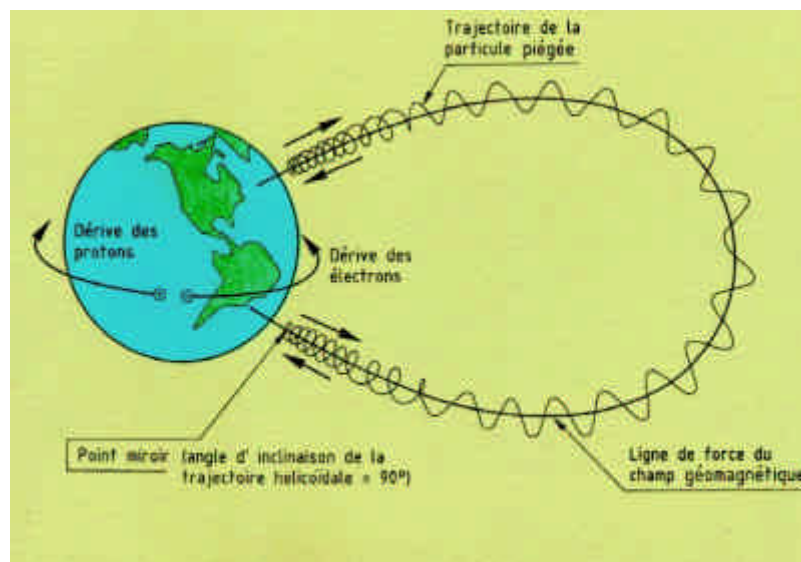
<sup>11</sup> Re = rayon terrestre moyen =  $6,37 \cdot 10^3$  km.

<sup>12</sup> 1 eV correspond à la quantité d'énergie reçue par un électron accéléré par une différence de potentiel de 1 volt. Cette énergie équivaut à environ  $1,6 \cdot 10^{-19}$  joules.

naissance à des phénomènes tels que les luminiscences et les aurores. Dans les régions polaires, les lignes de force du champ magnétique sont en lien direct avec le vent solaire. L'ionosphère est donc facilement bombardée par les particules énergétiques et l'énergie qu'elles libèrent lors de leur collision avec les constituants de l'atmosphère donnent naissance à de remarquables aurores polaires observables à l'oeil nu. Les aurores apparaissent le long d'un ovale auroral se développant autour du pôle magnétique, sans pour autant être centré par rapport à ce pôle; sa localisation dépend de l'activité géomagnétique, elle-même fixée par l'intensité du vent solaire. L'altitude moyenne des aurores est de

110 km. Les particules du vent solaire les moins énergétiques ne pénètrent pas profondément dans l'atmosphère: elles déversent leur énergie à environ 250 km par des collisions avec les atomes d'oxygène conduisant à la formation d'aurores où le rouge est la couleur dominante. Plus bas, elles réagissent avec l'azote atomique ou l'azote moléculaire: les aurores sont, alors, bleues ou vertes. Les aurores présentent différentes formes telles que les bandes, les voiles, les taches, les rayons et les arcs. Lors d'orages magnétiques exceptionnels, ou lorsque l'activité solaire s'intensifie, de telles aurores peuvent néanmoins s'observer aussi à des latitudes plus basses.

Figure 7. Trajectoire des particules piégées



Source: IASB

#### 1.4. L'importance militaire de l'ionosphère

En contraste avec l'atmosphère dense plus proche de la surface terrestre qui est composée presque entièrement de gaz neutres, l'ionosphère, moins dense, contient à la fois des gaz neutres et des particules chargées telles que des ions ou des électrons. La présence de particules chargées dans l'ionosphère contrôle les performances de beaucoup de systèmes civils et militaires utilisant les ondes électromagnétiques.

La réflexion des ondes radio basses fréquences (VLF/ULF/HF) par l'ionosphère permet les communications et l'efficacité des radars OTH.

La propagation transionosphérique des ondes hautes fréquences (VHF/UHF) est un élément central pour beaucoup de systèmes de communication, de surveillance ou de capteurs distants. Les trajectoires des liaisons sol-satellites à travers l'ionosphère, et la performance des systèmes, sont souvent critiqueusement dépendantes de l'état et de la structure de l'ionosphère dans les environs de ces trajectoires.

L'ionosphère est donc un médium ionisé qui peut déformer, réfléchir ou absorber les signaux radios et donc affecter de multiples façons de nombreux systèmes de communication, de navigation, de surveillance ou de senseurs à distance tant civils que militaires.

La qualité d'une liaison entre un satellite et la terre est, par exemple, dépendante de la composition de la zone de l'ionosphère par laquelle passent les signaux. De même, les émissions de radios commerciales en modulation d'amplitude (AM) qui, le jour, ne seront pas entendues à plus de quelques dizaines de kilomètres, seront captées de nuit jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres car les propriétés de réflexion de l'ionosphère sont meilleures de nuit. Une communication longue distance en HF, qui se propage par de multiples rebondissements ou réflexions entre l'ionosphère et le sol, arrive souvent atténuée à cause d'interférences entre des signaux qui ont voyagé entre l'émetteur et le récepteur par deux (ou plusieurs) chemins différents dans l'ionosphère.

Etant donné que le rayonnement solaire crée et maintient l'ionosphère, des variations soudaines de ce rayonnement, telles que les éruptions solaires, peuvent affecter les performances des systèmes radios. Quelquefois, des variations naturelles sont suffisantes pour induire des courants transitoires, parasites, dans les systèmes de transmissions de puissance, causant de grands écarts de tension. Les éclairs sont connus pour causer des accroissements substantiels de chaleur et de densité d'ionisation dans l'atmosphère basse et il y a des indications selon lesquelles des émetteurs HF au sol (radars ou émetteurs radios puissants) modifient aussi l'ionosphère et influencent les performances des systèmes dont les signaux traversent la zone de l'ionosphère qui a été perturbée. L'exemple le plus fréquemment cité pour illustrer ce phénomène est l'effet "Luxembourg" observé pour la

première fois en 1933: le faible signal d'une petite station radio suisse s'est retrouvé modulé par le signal du puissant émetteur du Luxembourg qui travaillait à une fréquence totalement différente. Les émissions luxembourgeoises étaient alors captées sur la fréquence de la radio suisse.

Vu le nombre croissant de systèmes soumis aux caprices de l'ionosphère, on peut comprendre tout l'intérêt de vouloir mieux comprendre, et contrôler localement, ses propriétés, notamment à l'aide de puissants émetteurs HF. Les militaires espèrent donc que HAARP permettra des progrès significatifs dans la compréhension de l'ionosphère, en stimulant et en contrôlant les processus de constitution des plasmas dans des zones définies avec précision. HAARP jouera un rôle essentiel dans le développement de nouveaux systèmes de navigation ou de communication par satellite.

Mais l'intérêt militaire est plus grand que la simple amélioration des systèmes de communication. Les recherches du DoD en Arctique doivent permettre de rencontrer de multiples besoins de défense. L'intérêt de la station HAARP provient du besoin d'accroître la fiabilité d'un grand nombre de systèmes de communication, navigation et surveillance dont les signaux passent par l'ionosphère, mais aussi d'explorer des innovations technologiques qui suggèrent des applications telles que la détection d'objets souterrains, la communication à grande profondeur dans le sol ou les océans, et la génération d'émissions optiques et infrarouges.

## 2. Les manipulations militaires de l'environnement

### 2.1. Les modifications militaires de l'environnement et le droit international

L'instrument légal directement applicable aux manipulations de l'environnement par les militaires est la *Convention sur l'interdiction d'utiliser des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ou toutes autres fins hostiles*.

Cette convention de 1977 est mieux connue sous l'intitulé de **Convention ENMOD**. Elle est généralement perçue comme une réponse de la communauté internationale aux tentatives américaines de modifier les conditions climatiques et l'environnement durant les opérations menées au Vietnam et en Indochine. L'initiative en revient surtout à l'ex-URSS, qui, dans le prolongement de la Conférence des Nations Unies sur l'Environnement de 1972 à Stockholm, a proposé que cette question soit inscrite à la 29<sup>ème</sup> session de l'Assemblée générale (AG). Le 9 décembre 1974, l'AG a adopté une résolution qui souligne les dangers de ces techniques et la nécessité d'élaborer une convention. Le 29 août 1975, la Conférence du comité du désarmement est saisie d'un projet de convention rédigé par les Etats-Unis et l'ex-Union soviétique. Suite aux débats de la Conférence du comité du désarmement, l'AG réunie à New York adopte la Convention par la résolution 31-72. La Convention est ouverte à la signature le 18 mai 1977. Les Etats-Unis l'ont ratifiée le 13 décembre 1979, la Belgique en 1982.

En ratifiant cette Convention, les parties s'engagent, dans l'article 1<sup>er</sup>, à *ne pas utiliser à des fins militaires ou toutes autres fins hostiles des techniques de modification de l'environnement ayant des effets étendus, durables ou graves, en tant que moyens de causer des destructions ou des préjudices à tout autre Etat partie*.

L'expression *techniques de modification de l'environnement* définie à l'article 2, désigne toute technique ayant pour objet de modifier - grâce à une manipulation délibérée de processus naturels - la dynamique, la composition de la Terre, y compris ses biotopes, sa lithosphère,

*son hydrosphère et son atmosphère, ou l'espace extra-atmosphérique.*

Dans son article 3, la Convention précise qu'elle ne s'applique pas à *l'utilisation des techniques de modifications de l'environnement à des fins pacifiques*, et que ses dispositions sont *sans préjudice des principes généralement reconnus et des règles applicables du droit international concernant une telle utilisation*.

Aux termes de l'article 4, *chaque Etat partie s'engage à prendre toutes les mesures qu'il jugera nécessaires conformément à ses procédures pour interdire et prévenir toute activité contrevenant aux dispositions de la Convention en tous lieux relevant de sa juridiction ou de son contrôle*.

Enfin, dans son article 5, la Convention dispose les moyens de vérification et de recours. La vérification de la Convention repose essentiellement (article 5, alinéa 1) sur le principe de la consultation mutuelle et de la coopération, éventuellement par l'intermédiaire d'organisations internationales appropriées (par exemple l'Organisation météorologique mondiale (OMM) ou le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)). Si un des Etats signataires a des raisons de croire qu'un autre Etat agit en violation de la Convention, il peut déposer une plainte auprès du Conseil de sécurité de l'Organisation des Nations Unies (Article 5, alinéa 3).

En pratique, cette procédure de recours, jamais utilisée jusqu'à présent, s'avérera cependant difficile à mettre en oeuvre. En effet, ce sont les Etats les plus puissants, financièrement et technologiquement, qui sont les premiers susceptibles de détenir des capacités de modifications environnementales visées par la Convention. Or, parmi ces Etats les plus puissants figurent précisément les cinq membres permanents du Conseil de sécurité. Ils pourront donc tout à loisir opposer leur droit de veto pour empêcher toute enquête s'ils estiment qu'elle nuit à leurs intérêts et à leur sécurité nationale. Dès l'origine pourtant, plusieurs Etats signataires ont attiré l'attention sur le risque de paralysie *de facto* du traitement des plaintes éventuelles. La Suède a proposé que le droit de veto ne puisse pas s'exercer dans ce cas, les Pays-Bas ont émis l'idée que le pouvoir d'enquête revienne au Secrétaire général des Nations Unies,

la République fédérale d'Allemagne a proposé de créer un organe spécifique de vérification. Aucune de ces suggestions n'a cependant été retenue par le Conseil de sécurité qui estima le système satisfaisant [LAVIEILLE, 1997].

Il faut bien constater que cette Convention est tellement vague qu'elle laisse aux Etats une très grande marge de manoeuvre pour décider de poursuivre ou non les recherches relatives aux techniques de guerre géophysique, voire même de les utiliser dans certaines circonstances. Elaborée par les deux grandes puissances des années 70, cette mauvaise conception générale n'est évidemment pas fortuite.

Sa première faiblesse vient du fait qu'elle ne s'applique qu'à l'utilisation des techniques de modification de l'environnement contre un autre Etat signataire. Contrairement à d'autres Conventions ou Traités relatifs à certains types d'armes, la recherche et le développement ne sont pas formellement défendus, pas plus que la menace de leur emploi. D'autre part, dans l'hypothèse où un Etat non signataire, éco-terroriste comme l'a suggéré William COHEN, aurait recours à de telles techniques, rien n'interdit de lui répondre avec des moyens similaires. De même, les tests qui seraient réalisés dans le cadre de la recherche et développement, et éventuellement exploités à des fins d'avertissement pour démontrer une capacité, ne sont pas explicitement visés par la Convention.

Les utilisations clandestines de ces techniques ne sont pas prises en compte. Or, contrairement à un système d'arme conventionnel dont l'usage et les effets sont difficilement dissimulables, des techniques de modifications de l'environnement conduiraient inévitablement à des situations où il serait difficile de distinguer des phénomènes naturels (tempêtes, inondations, interférences électromagnétiques), de phénomènes artificiellement créés à travers une guerre clandestine. Bien que cet aspect complique encore la question de la vérification, la Convention aurait dû, au minimum, attirer l'attention sur cette caractéristique singulière des techniques militaires de manipulation de l'environnement.

Une autre lacune, la plus lourde sans doute, tient au fait que les négociateurs ont refusé de préciser davantage les notions de "étendus" (*widespread*), "durables" (*long lasting*) et "sévères" (*severe*). L'ambiguïté de ces termes

ouvre la porte aux interprétations les plus larges. Les Etats-Unis, et vraisemblablement la plupart des autres signataires, ont donc eux-mêmes précisé ces termes au moment de traduire cette Convention dans leur droit interne. Les définitions retenues par les Américains (littéralement traduites dans l'interprétation donnée par le droit belge), sont les suivantes:

- "étendus": des effets qui s'étendent à une superficie de plusieurs centaines de kilomètres carrés;
- "durables": des effets qui s'étendent à une période de plusieurs mois, ou environ une saison;
- "graves": des effets qui provoquent une perturbation ou un dommage sérieux ou marqué pour la vie humaine, les ressources naturelles et économiques ou d'autres richesses.

Les termes de la Convention sont donc "précisés" par d'autres, tout aussi flous (*plusieurs mois, environ une saison, sérieux ou marqués*) que ceux qu'ils sont censés définir. La Convention introduit ainsi une notion de "seuil acceptable", sur laquelle il est illusoire de vouloir accorder les signataires. Ce seuil sera irrémédiablement interprété selon les Etats, en fonction de l'étendue de leur territoire, de la santé de leur économie, de leur richesse en ressources naturelles, de l'attention portée à leur biodiversité, etc. D'autre part, postulant l'existence d'un seuil de dommages acceptables, la Convention ne prévoit *a contrario* aucune mesure en ce qui concerne la responsabilité des Etats pour les réparations, dépollution, décontamination, qu'elles résultent d'une utilisation opérationnelle, expérimentale ou accidentelle des techniques.

Le principe 24 de la Conférence de Rio (juin 1992) reconnaissait que *la guerre a une action intrinsèquement destructrice sur le développement durable*. La seule option acceptable aurait donc été de garantir une protection optimale de l'environnement dans les conflits et donc de décider une interdiction totale des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires. Au contraire, la Convention de 1977 est peut contraignante, n'a jamais été amendée et ignore vingt années de progrès technologiques. Sa révision n'en est que plus souhaitable  
aujourd'hui.

**Encadré 1.****La Convention ENMOD et le droit belge**

C'est en 1982 que la Belgique a ratifié la Convention *ENMOD* de 1977. La Convention a été traduite dans la législation belge par la loi du 3 juin 1982 portant approbation de la Convention sur l'interdiction d'utiliser des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ou toutes autres fins hostiles, et de l'Annexe (reprenant pour l'essentiel la liste des Etats liés), faite à New York le 10 décembre 1976 et ouverte à la signature à Genève le 18 mai 1977.

Les définitions des termes "étendus", "durables" et "sévères" sont rigoureusement identiques à celles adoptées trois années plus tôt par les Etats-Unis. Puisqu'il fallait une loi, il fallait également prévoir les sanctions: les infractions seront punies d'un emprisonnement de huit jours à un an et d'une amende de 26 à 100.000 francs.

La loi a été publiée au Moniteur belge du 2 octobre 1982, aux pages 11473 à 11478.

**2.2. Environmental Warfare**

Les conflits armés entraînent non seulement des morts et des destructions massives, mais ils sont également la cause de désastres environnementaux majeurs. La plupart de ces désastres environnementaux sont des effets collatéraux des opérations militaires. Parfois cependant, des catastrophes environnementales sont causées délibérément avec des intentions hostiles. Exploiter une instabilité, briser l'équilibre d'un écosystème devient une arme au premier sens du terme. On parle alors de *Environmental Warfare*.

Que faut-il entendre par *Environmental Warfare* ? Que recouvre réellement cette notion militaire de modification de l'environnement, et sur quelles techniques repose-t-elle ? Avant d'aborder le cas particulier des manipulations ionosphériques, il est intéressant de donner une vue d'ensemble de cette stratégie. Quelques documents militaires récents, généralement postérieurs à 1995, permettent actuellement de cerner de façon satisfaisante ce concept de la *Future Warfare*. La principale difficulté à laquelle se heurte cependant l'observateur francophone dans l'analyse de sources anglo-saxonnes concerne la traduction adéquate des termes techniques, avec pour corollaire que le terme original est souvent plus explicite que sa traduction. C'est la raison pour laquelle la suite de ce document propose généralement une traduc-

tion française, mais indique souvent entre parenthèses l'équivalent anglais du texte de référence. Lorsque la traduction est ambiguë, seul le terme en anglais est utilisé, en italique.

La littérature américaine comprend habituellement dans le concept de *Environmental Warfare*, les notions de *weather-modification capabilities*, *environmental modification techniques*, *weather control* ou encore, plus radicalement, de "*made-to-order*" *weather*. Nous examinerons dans ce chapitre les définitions, les interprétations et les justifications données à ces termes par les militaires dans quelques documents de référence publiés par diverses organisations liées au DoD, le département américain de la Défense.

L'association professionnelle des météorologues américains, *American Meteorological Society*, propose les définitions suivantes:

*weather modification*

altération intentionnelle, ou par inadvertance, des conditions météorologiques par l'action humaine.

*weather control*

altération intentionnelle des conditions météorologiques par l'action humaine, avec comme condition supplémentaire que l'objectif de la modification est défini et les conséquences prévisibles.

Le terme *weather control* est cependant contesté par plusieurs auteurs; les propriétés non linéaires et les mécanismes de boucles rétroactives des processus météorologiques ne permettent en effet jamais de prédire avec certitude l'effet d'une intervention humaine.

Les autorités militaires américaines, *Joint Chiefs of Staff*, définissent le terme *environmental modification* comme "un changement (par la manipulation délibérée de processus naturels) des dynamiques, de la composition et de la structure la terre (note: le document utilise le terme "earth"), y compris ... l'atmosphère" [CJSI, 1995].

Les techniques de *weather modification* peuvent ensuite être de deux types: hostiles ou bénignes. Les premières concernent les modifications environnementales utilisées en tant que système d'arme offensif. Les secondes ont pour objectif la modification, l'amélioration, ou la suppression d'effets météorologiques, au bénéfice de celui qui modifie, sans causer de dommage aux tiers. Une distinction toutefois purement formelle, qui se rapporte aux effets et non aux méthodes. On conçoit aisément qu'une même technique de modification ionosphérique, décrite dans les publications comme susceptible, soit d'améliorer les communications alliées, soit de perturber ou interrompre les communications ennemies, se situera dans l'une ou l'autre des catégories selon l'objectif finalement poursuivi.

La thèse défendue en 1996 par Barry B. COBLE à la *Faculty of the School of Advanced Airpower Studies* n'a rien d'un document de fiction. Elle examine les raisons pour lesquelles l'intérêt des militaires pour les modifications environnementales a été variable au fil du temps, fonction du Droit international et de la perception qu'ont de ces matières la communauté scientifique et la société civile [COBLE, 1996].

COBLE n'analyse que les techniques déjà disponibles, ou opérationnelles, tant dans des applications civiles que militaires, et donne un aperçu des développements espérés à l'horizon d'une dizaine d'années.

Il n'est donc pas question ici de manipulation en tant que systèmes d'armes offensifs,

mais seulement de ce que l'auteur définit comme les *Benign Weather Modifications* (BWM), c'est-à-dire des techniques destinées à supprimer, susciter ou amplifier un phénomène météorologique, afin de permettre une mission que les conditions météorologiques naturelles n'auraient autrement pas autorisée, d'améliorer les conditions de cette mission, ou d'interdire une opération ennemie, sans causer de dommages directs aux populations (d'éventuels pertes humaines sont considérées comme des effets collatéraux strictement secondaires).

Parmi les différents types de modifications "bénignes" (BWM) actuellement utilisées, dans le cadre d'opérations ou de recherches militaires, mais aussi dans des applications civiles, la technique de l'ensemencement (*cloud seeding*) est la plus connue. L'ensemencement consiste à injecter une substance dans un nuage de façon à influencer son développement ultérieur. Les substances (*cloud seeding agent*) les plus couramment utilisées sont l'iodure d'argent, le dioxyde de carbone gelé, le chlorure de calcium, le carbon black, etc. L'ensemencement permet de retarder ou d'anticiper des précipitations, d'accroître ou de réduire une couverture nuageuse; mais il faut au préalable des conditions instables: inutile d'espérer une averse dans un ciel d'un bleu immaculé. Cette technique a aussi été utilisée pour réduire les dégâts causés par les tempêtes de grêle (*hail suppression*).

L'observation et l'évaluation des effets des injections de substances sont facilitées par l'utilisation de traceurs. Le traceur est un autre agent chimique, en principe inoffensif pour l'environnement<sup>13</sup> et facilement détectable, qui permet de suivre la trajectoire et la dispersion des *cloud seeding agents*. Les traceurs les plus utilisés sont l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) ou des particules solides (*aluminized glass chaff fibers*), qui sont détectables par les radars ou par des instruments à bords d'aéronefs en mouvement dans les nuages.

Une autre application déjà mise en oeuvre à diverses occasions concerne les brouillards: leur dispersion (*fog dispersal*) ou leur développement (*fog enhancement*).

<sup>13</sup> Les traceurs utilisés doivent être approuvés par la *Environmental Protection Agency* (EPA).



Dans sa thèse, COBLE définit cinq méthodes qui devraient permettre de réaliser des BWM dans des opérations militaires:

1. Modifier la quantité d'énergie solaire disponible par l'introduction de matériaux destinés à absorber ou réfléchir le rayonnement solaire;
2. Echauffer l'atmosphère par des moyens artificiels depuis la surface terrestre;
3. Modifier le mouvement des masses d'air par des moyens artificiels;
4. Influencer l'humidité en augmentant ou en retardant l'évaporation;
5. Modifier les processus de formation des nuages et provoquer les précipitations en utilisant des agents chimiques ou en apportant un excès d'eau dans les nuages.

Les travaux de Arthur WESTING<sup>14</sup> un consultant en environnement auteur de plusieurs ouvrages sur les liens entre guerre et environnement, sont également intéressants. Le 7 mai 1996, il a présenté un exposé dans le cadre du *Environmental Change and Security Project* (ECSP) du *Woodrow Wilson Center*, un centre de recherches établi en 1968 par le Congrès américain. Il y donne également une description intéressante de ce qu'il faut entendre par "*Environmental Warfare*", et des développements que les militaires ambitionnent de donner à ce concept dans les prochaines décennies. Pour WESTING, qui illustre son propos par des exemples dans des conflits passés, la manipulation délibérée de l'environnement en temps de guerre peut être divisée en deux catégories [WESTING, 1996]:

1. les manipulations qui impliquent l'utilisation de techniques de perturbations massives et à grande échelle, par exemple la rupture volontaire d'une digue ou l'incendie d'une forêt;
2. les manipulations qui impliquent de petites actions, contrôlées scientifiquement, mais qui peuvent entraîner

des déséquilibres et des perturbations graves sur une période et un espace déterminés; dans cette catégorie, on peut classer les recherches sur les modifications de régions déterminées de l'ionosphère.

Une autre classification peut également s'opérer selon le domaine de l'environnement sur lequel les militaires veulent agir. WESTING passe ainsi en revue les différentes options possibles, et rappelle au passage quelques cas déjà vécus:

- les écosystèmes

Les éléments des écosystèmes, biocénoses et biotopes, sont les plus aisés à altérer dans des buts hostiles, et l'on peut citer parmi les techniques déjà applicables, et parfois appliquées:

- la pulvérisation de produits chimiques;
- la contamination par des isotopes radioactifs;
- la destruction par explosions ou par des moyens mécaniques;
- les incendies volontaires;
- l'introduction d'espèces étrangères au milieu, des micro-organismes par exemple.

Des milliers d'hectares d'écosystèmes forestiers ont été dévastés ainsi par les Etats-Unis durant la guerre du Vietnam par des pulvérisations massives et répétées d'herbicides, par des bombardements intensifs, ou par des incendies volontaires, avec pour conséquence la destruction de la faune et de la flore, l'érosion des sols et des ruptures des chaînes alimentaires sur de très larges étendues au Vietnam, au Cambodge et au Laos. Plus récemment, durant le conflit du golfe Persique, en 1991, l'Irak a libéré de grandes quantités de pétrole pour contaminer le littoral koweïtien, et a incendié quelques 700 puits de pétrole au Koweït, contaminant la troposphère avec une épaisse fumée, probablement afin de réduire la visibilité pour les opérations des forces de la coalition.

<sup>14</sup> Arthur WESTING a notamment contribué, en 1992, à la rédaction d'une publication du GRIP intitulée *Les Conflits verts: la dégradation de l'environnement, source de tensions majeures*, collection GRIP-Informations, GRIP, Bruxelles, 1992, 200 p.

- les sols et les réserves d'eau douce

Le déclenchement contrôlé de séismes ou d'éruptions volcaniques n'est, heureusement, pas encore à la portée des hommes, mais il faut néanmoins savoir que les mécanismes de ces cataclysmes naturels intéressent de très près la recherche militaire et figurent parmi les options potentielles de l'*Environmental Warfare*. Mais l'auteur attire l'attention sur de nouvelles cibles qui sont apparues depuis la dernière guerre mondiale: 80% des installations nucléaires et 60% des grandes digues et barrages ont été construits au cours des 25 dernières années, et représentent donc autant de nouveaux objectifs militaires en cas de conflits de grande intensité, avec des conséquences incommensurables pour l'environnement.

- les océans

La destruction de navires ou de plates-formes *offshore* sont bien entendu une source directe de pollution radioactive ou chimique pour les écosystèmes marins. Cependant, des sources militaires suggèrent déjà d'autres manipulations hostiles. WESTING cite notamment, bien que toujours impossibles aujourd'hui:

- l'altération des propriétés acoustiques et électromagnétiques des océans afin de perturber les communications sous-marines, les instruments de navigation, ou le guidage des missiles
- la diversion des courants
- le déclenchement volontaire de raz de marée et de Tsunamis pour détruire des infrastructures côtières.

- l'atmosphère

L'auteur commence par rappeler quelques expérimentations réalisées au cours de conflits antérieurs (Vietnam, Koweït); ces "cas vécus" sont exposés au paragraphe suivant (2.3). Vient ensuite une énumération des applications hostiles suggérées par les militaires pour l'avenir:

- destruction locale et temporaire de la couche d'ozone au-dessus d'un territoire ennemi afin de permettre à des niveaux dangereux de rayons ultraviolets d'atteindre le sol; cette destruction pourrait être possible, selon WESTING, par la libéra-

tion contrôlée d'un composé de bromure depuis des satellites en orbite;

- contrôle des vents, déviation des ouragans;
- modification des propriétés d'une partie de la haute atmosphère afin d'interrompre les communications ennemies.

Hormis les progrès dans les expérimentations sur les modifications ionosphériques et leur impact sur les ondes électromagnétiques, gardons toutefois clairement à l'esprit que ces techniques sont encore loin de la portée de l'homme; elles préoccupent néanmoins les militaires américains, craignant particulièrement que d'autres n'évoluent plus rapidement qu'eux dans ce domaine.

- l'espace et les corps célestes

Il n'existe encore aucune technique susceptible de permettre une utilisation de l'espace éloigné (*Outer Space*, au-delà de 200 kilomètres d'altitude) à des fins militaires hostiles. Mais les militaires, ainsi que la NASA et d'autres administrations, conduisent actuellement des recherches, et publient régulièrement sur un système de défense planétaire contre les astéroïdes [AIR UNIVERSITY, 1994b et URIAS, 1996], et certains n'ont pas hésité à affirmer qu'il sera un jour possible de re-diriger les astéroïdes vers des territoires ennemis.

Déjà mentionné dans l'introduction, *Air Force 2025* est une étude commandée par le chef d'Etat-major de l'*US Air Force* afin d'examiner les concepts, capacités et technologies dont les Etats-Unis auront besoin pour maintenir leur supériorité aérienne et spatiale au siècle prochain. Cette étude a notamment permis la publication, en août 1996, d'un rapport intitulé *Weather as a Force Multiplier: Owning the Weather in 2025* réalisé par un collectif d'officiers de la *Air University* de l'*U.S. Air Force* [HOUSE *et al.*, 1996].

Les auteurs déplorent le fait que certains segments de la société resteront toujours réticents à un examen de ces questions controversées. Ceux-ci ignoreraient donc, à leur propre péril, les "fantastiques" potentiels militaires qui pourraient résulter de ce domaine.

Tableau 1. **Matrice des capacités opérationnelles souhaitées**

<b>Affaiblir les capacités ennemies</b>	<b>Améliorer les capacités alliées</b>
<p><b>Développement des précipitations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– inonder les voies de communications</li> <li>– réduire l'efficacité des reconnaissances et des "Precision Guided Munitions" (PGM, munitions guidées avec précision par infrarouge)</li> <li>– diminuer le niveau de confort et affecter le moral des troupes</li> </ul> <p><b>Accentuation des orages et tempêtes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– empêcher les opérations</li> </ul> <p><b>Empêcher les précipitations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– priver d'eau douce</li> <li>– provoquer la sécheresse</li> </ul> <p><b>Conditions de l'espace (Space Weather)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– interrompre les communications radio, radar</li> <li>– rendre inefficaces ou détruire les moyens spatiaux</li> </ul> <p><b>Dissipation des brouillards et nuages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Interdire les dissimulations</li> <li>– Augmenter la vulnérabilité aux PGM et aux reconnaissances</li> </ul> <p><b>Détecter les activités environnementales hostiles</b></p>	<p><b>Eviter les précipitations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– maintenir praticables, améliorer les voies de communication</li> <li>– maintenir la visibilité</li> <li>– maintenir le niveau de confort et le moral des troupes</li> </ul> <p><b>Modification des orages et tempêtes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– choisir l'environnement du théâtre des opérations</li> </ul> <p><b>Conditions de l'espace (Space Weather)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– améliorer la fiabilité des communications radio, radar</li> <li>– intercepter les communications ennemies</li> <li>– améliorer l'efficacité des moyens spatiaux</li> </ul> <p><b>Dissipation des brouillards et nuages</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Maintenir les bases aériennes opérationnelles</li> <li>– Améliorer l'efficacité des PGM et des reconnaissances</li> </ul> <p><b>Défense contre les capacités environnementales ennemies</b></p>

Source : HOUSE (1996)

Quelques-unes des possibilités qui pourraient être offertes par un système de modification de l'environnement sont décrites dans le tableau 1. Mais une telle capacité intégrée de modification environnementale nécessite des avancées technologiques dans au moins cinq domaines majeurs:

1. techniques avancées de modélisations non-linéaires;
2. capacités supérieures de traitement des informations par ordinateur;
3. capacités supérieures de récolte et de transmission de l'information;
4. déploiement d'un réseau global de capteurs;
5. techniques d'intervention sur les facteurs météorologiques.

Pour ce dernier point, les auteurs indiquent que certaines techniques existent déjà, tandis que d'autres peuvent être affinées ou définies dans le futur. Les auteurs estiment de plus que les technologies actuelles, qui seront arrivées à maturation au cours des trente prochaines années, offriront à tout qui dispose des ressources (financières et technologiques) nécessaires la capacité de modifier les modèles climatiques naturels et de gérer leurs effets associés, au moins localement.

Les auteurs définissent actuellement les modifications environnementales *comme une modification du temps sur un territoire limité, pour une période limitée*. Au cours des trois prochaines décennies, le concept s'étendra à la capacité de façonner les modèles climatiques naturels en influençant leurs facteurs déterminants. Les auteurs estiment néanmoins que pour

atteindre des capacités de modification environnementale fiables et raisonnablement précises d'ici 30 ans, il faudra relever le défi de dépasser certains obstacles technologiques et légaux qui, selon eux, ne seraient toutefois pas insurmontables.

Ils élaborent, sur ces considérations, un scénario présenté comme "socialement souhaitable" pour 2025. Et ils proposent dans la foulée leur agenda:

- D'ici à 2005, les progrès technologiques en météorologie et la demande pour des informations météorologiques plus précises conduiront avec succès à l'identification et la paramétrisation des principales variables qui affectent le temps.
- Pour 2015, les progrès réalisés par les super-ordinateurs, les techniques de modélisations et l'étude des informations obtenues sur l'atmosphère permettront de produire une capacité de prévision météorologique précise et fiable.

Le scénario élaboré dérape ensuite quelque peu, car les arguments avancés tentent de justifier l'aventure technologique en la présentant comme la seule alternative à une proche, et autrement inéluctable, apocalypse:

- au cours de la décennie suivante (2015-2025), toujours selon les auteurs, les densités de population seront une pression importante pour la disponibilité mondiale en nourriture et en eau potable. Ces pressions, associées à des catastrophes naturelles, deviendront de plus en plus inacceptables; elles inciteront les gouvernements et/ou autres organisations qui seront capables d'exploiter les progrès technologiques des deux décennies précédentes à poursuivre le développement d'une capacité de modification environnementale hautement fiable et raisonnablement précise. L'urgence grandissante de ce scénario stimulera la conclusion de nouveaux traités et lois afin de définir les risques et actions acceptables.

Les auteurs du rapport reconnaissent cependant que le terme "*weather modification*" garde une connotation négative pour certaines personnes, tant civiles que militaires. La définition qu'ils donnent du terme n'y changera sans doute rien.

Dans leur exposé, la "modification climatique" au sens large peut être divisée en deux catégories principales: la suppression de phénomènes météorologiques, ou l'intensification de ces phénomènes. Dans des cas extrêmes, elle peut impliquer la création de modèles complètement nouveaux, l'atténuation ou le contrôle d'ouragans violents ou même l'altération globale du climat sur une échelle temporelle ou spatiale plus large. Dans les cas les plus bénins et les moins controversés, elle consiste à provoquer ou supprimer des précipitations, des nuages ou du brouillard pour de courtes périodes sur un territoire limité. D'autres applications de faible intensité peuvent inclure l'altération et/ou l'usage de l'espace proche comme un médium pour améliorer ou perturber les communications, perturber les capteurs, ou d'autres buts militaires.

Le rapport examine ensuite toutes les applications militaires possibles qui découleraient d'une capacité de modification environnementale, bien que l'analyse se concentre essentiellement sur les possibilités de modifications non persistantes et sur une zone limitée, ainsi que les possibilités d'implémentations tactiques de cette capacité nouvelle. Les techniques discutées dans ce rapport concernent essentiellement:

1. la génération et la dissipation de précipitations, de nuage ou de brouillard;
2. la modification de zones localisées d'ouragans ou d'orages;
3. l'utilisation de l'ionosphère et de l'espace proche pour le contrôle de l'espace et la domination des communications.

C'est principalement le dernier point qui nous intéresse dans le cadre de cette discussion du programme HAARP.

Les auteurs indiquent par ailleurs que leurs recherches ont également porté sur des techniques plus extrêmes, qui ne sont toutefois que brièvement citées dans ce rapport car les obstacles technologiques paraissent insurmontables d'ici à 30 ans. Si tel n'avait pas été le cas,

ces techniques auraient été mentionnées en temps qu'options militaires potentielles, en dépit de leur nature controversée, d'une utilisation potentiellement malveillante, ou du fait qu'elles contreviennent à la Convention ENMOD.

Enfin, ultime précaution, les auteurs précisent que les techniques décrites vont du "techniquement démontré au potentiellement réalisable", mais qu'aucune de leurs utilisations n'est actuellement envisagée par les forces opérationnelles.

On est frappé, à la lecture de ce rapport de l'*U.S. Air Force*, par un paradoxe étonnant. Les auteurs ne minimisent pas les obstacles technologiques d'un tel projet et plusieurs de leurs références renvoient à des physiciens ou météorologues dont les travaux démontrent la longueur du chemin qui reste à parcourir. Ils citent le Dr James GLENN, dont les travaux sur la nature chaotique du système météorologique expliquent que, si les progrès de la technique permettront sans aucun doute de mieux prévoir le moment des transitions météorologiques, et de comprendre les *inputs* qui ont été requis pour provoquer ces transitions, la nature chaotique du système ne permettra jamais de prévoir avec précision les changements qui résulteront de nos propres *inputs*. Le rapport cite aussi le physicien Edward TELLER qui estime que même avec une constellation de satellites effectuant, en continu, des mesures atmosphériques sur la planète entière quadrillée en zone de 1 km<sup>2</sup>, des prévisions météorologiques à long terme relativement fiables pourraient être établies sur une période de 14 jours tout au plus, contre seulement 5 jours actuellement, mais à un coût bien évidemment totalement prohibitif. De plus, les auteurs n'ignorent pas que mêmes les superordinateurs Cray C90, pouvant traiter à l'heure actuelle plus de 1,5 x 10<sup>10</sup> opérations par seconde, seraient largement insuffisants par rapport aux exigences de leurs projets d'applications militaires des techniques de modification de l'environnement. Le chemin restant à parcourir pour améliorer ces performances reste donc énorme.

De même, à aucun moment ne sont ignorés les obstacles légaux, pas plus que les contestations, prévisibles, d'une large part de la population. Mais leur confiance en eux semble inébranlable: tous ces obstacles doivent être, et seront balayés, puisque la suprématie militaire

des Etats-Unis est à ce prix et qu'il s'agit en outre, selon leurs propres termes, d'un objectif "socialement souhaitable" afin de prémunir la planète de la faim et de la soif au siècle prochain!

Ces quelques références, puisées dans des publications récentes, pourraient être multipliées et renforcées par bien d'autres. La bibliographie y contribuera. Mais elles illustrent à suffisance une unité et une concordance de vue des milieux militaires qui ne laissent aucun doute sur leurs ambitions. Abstraction faite de quelques projections trop audacieuses ou de scénarios-fiction exagérés, lorsque s'emballent l'imagination des auteurs, il est néanmoins établi que les objectifs poursuivis dépassent largement, en dépit des dénégations, le seul souci d'améliorer les performances des prévisionnistes. Les exigences opérationnelles, la maîtrise de l'air et de l'espace, imposent de dominer, "*owning the weather*".

### **2.3. Applications: succès, frustrations et objectifs**

Les scientifiques admettent généralement, les militaires du moins, que les premières expériences de techniques de modification de l'environnement, préludes au concept de *Environmental Warfare*, sont nées vers la fin des années 40 avec le *Project CIRRUS*. Ce projet de l'*U.S. Army Signal Corps* était le premier effort scientifique important pour provoquer des précipitations par un ensemencement des nuages et il a été très rapidement renforcé par des équipes de recherche de l'*U.S. Air Force* et du *Office of Naval Research*. En 1948, le Dr Irving LANGMUIR enregistre les premiers succès de précipitations dues à un ensemencement de nuages. Peu d'éléments nouveaux sont cependant survenus au cours des années 50 et 60.

C'est en fait le début de la guerre du Vietnam qui ramena les conditions favorables à ce type de recherches. En 1966, les Etats-Unis se lancèrent dans un programme connu sous le nom de *Project POPEYE*. Son objectif: prolonger la saison des moussons de façon à inonder et embourber la piste Ho Chi Minh et ainsi ralentir les mouvements de l'ennemi. Des avions WC-130, F4 et A-1E ont alors dispersé de grandes quantités d'iodure d'argent au-dessus des nuages,

le long de la piste qui serpentait depuis le Vietnam du Nord, à travers le Cambodge et le Laos, jusqu'au cœur du Vietnam du Sud. L'accroissement des précipitations qui en résulta fut jugé satisfaisant, bien que certains scientifiques contestent toujours cette corrélation, et l'opération fut poursuivie de 1967 à 1972. Toujours au Vietnam, les Etats-Unis ont introduit, selon WESTING, des substances non spécifiées dans la troposphère dans l'espoir de rendre inefficaces les radars ennemis; les résultats de cette expérience n'ont jamais été rendus publics.

Au début des années 70, les militaires américains s'intéressent à des méthodes de dispersion les brouillards, principalement pour améliorer l'opérationnalité des bases aériennes. Le *Project COLD WAND* équipera quatre bases de systèmes expérimentaux. Seul celui de la base de *Fairchild AFB*, à Spokane dans le Washington, est encore en service, à la satisfaction de tous semble-t-il, malgré une technologie inchangée depuis 30 ans. Le dispositif entoure la base de 23 propulseurs de propane liquide, injecté à  $-43^{\circ}\text{F}$ <sup>15</sup> dans le brouillard lorsque les conditions l'exigent. Le propane a pour effet de geler les gouttelettes d'eau contenues dans le brouillard, qui précipitent alors sous forme de cristaux de glace. Le processus pour éclaircir l'axe de la piste prend environ une heure, en espérant que les vents soient favorables. Le système est cependant de moins en moins utilisé: hormis des raisons d'ordre technique, l'argument dominant est que les autorités militaires hésitent de plus en plus à engager leur responsabilité face aux risques d'accidents civils que les dépôts de verglas sont susceptibles de provoquer en dehors de la base.

Après plusieurs années d'expérimentations, l'opposition de nombreux scientifiques ainsi que, en ce début des années 70, l'influence croissante du mouvement écologiste, eurent finalement raison des recherches en ce domaine. Les dépenses du DoD pour la recherche sur les modifications environnementales ont plafonné à 2,8 millions de dollars en 1977, l'année où les Nations Unies adoptèrent la Convention ENMOD. En 1979, les Etats-Unis supprimaient totalement ce poste du budget du département de la défense et ratifiaient la Convention.

Ces quelques recherches ont eu, malgré tout, des répercussions dans le domaine civil. En 1949, alors que New York affrontait des difficultés pour son approvisionnement en eau, la ville a fait appel aux experts du *Project CIRRUS* dans l'espoir de remplir ses réservoirs. Et il a plu ... mais personne n'a jamais pu démontrer que les experts y fussent pour quoi que ce soit. Quelques sociétés commerciales vivent néanmoins de ces techniques, financent leurs propres recherches, et louent leurs services à qui peut les payer: grandes exploitations agricoles en manque de pluies, opérateurs de stations de sports d'hiver en mal de neige, etc. Malgré les conflits d'intérêts auxquels peuvent conduire ces pratiques<sup>16</sup>, et les dérapages possibles, la législation fédérale se limite à une obligation pour les entreprises opérant dans ce secteur de rendre compte de leur activités au *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) ainsi qu'au Département du Commerce (DoC).

Faut-il en conclure que les Etats-Unis ont totalement abandonné ce domaine de la recherche? Certainement pas. Mais de là à prétendre que les militaires développent actuellement à grande échelle des systèmes d'armes basés sur des manipulations hostiles de l'environnement, il y a un pas à ne pas franchir trop vite. Force est cependant de constater que des scénarios futurs de manipulations agressives de l'environnement sont décrits dans de nombreuses publications militaires. Fantôme, imagination fertile, ou expression d'ambitions et d'objectifs réels? C'est naturellement toute la question. D'autre part, l'absence d'inscription budgétaire précise pour ces recherches ne signifie rien. Le mécanisme des *black budgets*, permettant aux militaires de disposer d'une enveloppe budgétaire sans avoir à en justifier l'utilisation devant le Congrès, reste en effet abondamment utilisé dans le domaine de la recherche et développement militaire.

Remarquons par ailleurs que les déclarations sont souvent contradictoires. Le rapport

<sup>15</sup>  $1^{\circ}\text{F} = (1^{\circ}\text{C} \times 9/5) + 32$

<sup>16</sup> En 1950, suite aux efforts menés, sur base du Projet CIRRUS, par la ville de New York pour résoudre les problèmes d'approvisionnement en eau, un habitant a attaqué les autorités de la ville, estimant que les pluies artificiellement produites lui avaient porté préjudice. La Cour a toutefois estimé que les avantages apportés à plusieurs millions de citoyens manquant d'eau étaient sans commune mesure avec l'inconvénient supporté par un seul. [COBLE, 1996]

*Air Force 2025* (HOUSE *et al.*, 1996) indique par exemple que les restrictions apportées par la Convention ENMOD n'ont pas stoppé les recherches, mais les ont seulement significativement ralenties.

De même, malgré une insistance répétée sur l'absence de recherches militaires actuelles dans ce domaine, la thèse de COBLE décrit néanmoins une série de BWM dont les applications seraient purement militaires et possibles à court terme (une dizaine d'années selon l'auteur). Retenons-en deux:

1. Techniques de *fog or smoke generation* basées sur des Lasers CW (*Continuous Wave*) pulsés afin d'interdire les reconnaissances aériennes ou satellites de l'ennemi, ou d'empêcher le fonctionnement des armes guidées par IR.
2. Techniques d'échauffement de l'atmosphère, notamment par une injection directe d'énergie, afin de diminuer le différentiel entre l'air ambiant et une cible potentielle et ainsi hypothéquer l'acquisition de cette cible par les sys-

tèmes IR PGM (*InfraRed Precision Guided Munitions*)

Enfin, le sujet est pris au sérieux jusqu'au plus haut niveau de l'Etat. Au cours d'une conférence de presse récente, le secrétaire d'Etat à la défense des Etats-Unis William COHEN a explicitement exprimé sa crainte de voir des Etats terroristes s'engager dans des actions de terrorisme écologique impliquant l'altération des climats et les déclenchements à distance de tremblements de terre ou d'éruptions volcaniques par l'utilisation d'ondes électromagnétiques. Dans cet exposé, probablement sans grande pertinence scientifique, COHEN estime que si ces techniques venaient un jour aux mains de terroristes, elles doivent aussi être à la disposition des organisations gouvernementales de défense les plus avancées du monde, en d'autres termes, l'armée des Etats-Unis. Il faut vraisemblablement voir dans cette prise de position politique un exercice destiné à justifier auprès de l'opinion publique le maintien d'un haut niveau de dépenses militaires.

### 3. Le Programme HAARP

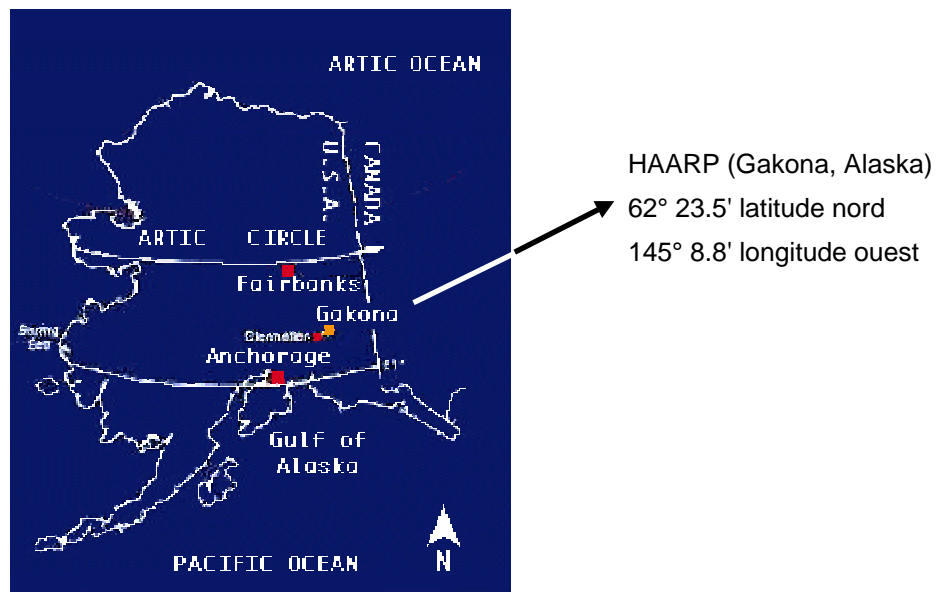
#### 3.1. Description technique du projet

Le programme HAARP, *High Frequency Active Auroral Research Program*, est un programme de recherche sur la haute atmosphère géré conjointement par l'*U.S. Air Force* et l'*U.S. Navy* sur un site appartenant au ministère

américain de la Défense, le DoD, à Gakona dans le sud-est de l'Alaska.

Le village de Gakona est situé à mi-chemin, à environ 160 miles, entre Anchorage (au nord-est) et Fairbanks (au sud-est). Les coordonnées géographiques de Gakona sont de 62 degrés 23 minutes de latitude nord et 145 degrés 8 minutes de longitude ouest.

Figure 8. Situation de la station HAARP



source: U.S.Navy, site Internet

#### 3.1.1. Principales composantes de l'installation

HAARP est défini par les autorités militaires américaines comme un "effort scientifique destiné à étudier les propriétés de base et le comportement de l'ionosphère avec un accent particulier sur la capacité à mieux la comprendre et l'utiliser pour accroître l'efficacité des communications et des systèmes de surveillance à des fins civiles que militaires"<sup>17</sup>.

Les deux principaux instruments requis par les installations de Gakona consistent en un

émetteur *phased array* haute fréquence et de grande puissance (appelé *Ionospheric Research Instrument*, IRI) utilisé pour stimuler de petits volumes bien définis de l'ionosphère, et d'un radar à diffusion incohérente (*Incoherent scatter radar*, ISR) à haute fréquence (HF) qui est nécessaire pour la mesure de la densité des électrons, des températures des électrons et ions, de la masse des ions et de la vitesse des plasmas dans les régions stimulées ainsi que dans l'ionosphère naturelle.

L'efficacité de ces deux instruments, IRI et ISR, est complétée par un ensemble d'équipements développés pour les besoins du programme et considérés comme les plus modernes dans le domaine de la recherche géophysique: ionosonde HF (*Incoherent Incidence Sounder*, VIS), récepteurs ELF et VLF, magnétomètres, riomètres, un système LIDAR (*Light Detection and Ranging*) et des caméras et spec-

<sup>17</sup> Final Environmental Impact Statement (FEIS) - *Construction and Operation of an Ionospheric Research Facility for the High Frequency Active Auroral Research Program, Purpose and Need for Action* - released to the public on July 15, 1993, cf. p. 2.



tromètres optiques et infrarouges pour l'observation des variations naturelles complexes de l'ionosphère au-dessus de l'Alaska ainsi que pour la détection des effets artificiels produits par l'IRI, le puissant émetteur HF.

Le ISR consiste en une large antenne parabolique d'un diamètre de 35 mètres (115') montée sur un piédestal de 10 mètres.

Le VIS se compose d'un émetteur consistant en un arrangement de 5 mâts d'antenne (4 mâts de 15 mètres disposés en carré et un cinquième mat de 30 mètres au centre), et d'un récepteur fait de cinq éléments d'une hauteur d'environ 1,5 mètre.

Le IRI est le constituant principal de HAARP. Il est composé d'un maillage de 180 mâts d'une hauteur de 22 mètres (72'), disposés à intervalles de 25 mètres (80') selon une grille de 12 sur 15. Au sommet de chacun de ces mâts sont disposées deux antennes dipôles croisées, l'une pour la bande inférieure (de 2,8 à 7 MHz) et l'autre pour les fréquences supérieures (7 à 10 MHz). Un écran est disposé à une hauteur d'environ 4,5 mètres sur chaque mât et sert de réflecteur afin de permettre aux véhicules d'atteindre les 30 shelters, disséminés sur ce dispositif d'antennes, et qui contiennent chacun six paires d'émetteurs d'une puissance de 10 kW. Soit une puissance totale de  $2 \times 6 \times 30 \times 10 \text{ kW} = 3,6 \text{ MW}$  disponibles à l'émission. Ces émet-

teurs peuvent être commutés sur l'une ou l'autre des antennes dipôles et sont alimentés par 6 générateurs de 2,5 MW (15 MW au total), actionnés chacun par un moteur diesel de 3600 hp.

L'émission de chaque dipôle peut être ajustée en amplitude et en phase de façon à former un faisceau étroit dirigé vers un point de l'ionosphère. Ce signal émis à une puissance de 3,6 MW diverge et est partiellement absorbé. La dispersion serait telle que l'intensité du signal HF atteignant l'ionosphère ne serait que de  $3 \mu\text{W}$  par  $\text{cm}^2$ , ce qui représente des dizaines de milliers de fois moins que le rayonnement électromagnétique naturel du Soleil atteignant le sol et des centaines de fois moins que les variations en intensité du rayonnement ultraviolet naturel du Soleil à l'origine de l'ionosphère.

Les premiers tests ont débuté le 15 décembre 1994, la première expérience de recherche a été effectuée en coopération avec le satellite WIND de la NASA les 16 et 17 novembre 1996. La première phase complète de recherches a commencé au début du mois de mars 1997, en collaboration régulière avec la station voisine HIPAS (*High Power Auroral Stimulation*) à Fairbanks. L'objectif annoncé au début de cette année 1998 était de pouvoir conduire des recherches scientifiques de haut niveau dès l'automne 1998 avec un premier ensemble de 48 mâts opérationnels.

Photo 1. ***Ionospheric Research Instrument (IRI): vue partielle du réseau d'antennes d'émission et des shelters contenant les générateurs.***



source: *U.S.Navy*, site Internet

### 3.1.2. Effets attendus sur l'ionosphère

De quelles expériences s'agit-il? En géophysique, l'utilisation de puissants générateurs haute fréquence pour étudier la haute atmosphère est appelée "recherche ionosphérique active". Le projet qui nous occupe étant développé dans la région polaire, la dénomination du programme n'a donc rien d'original.

Les installations de HAARP seront utilisées pour introduire une quantité, faible et précise, d'énergie dans un endroit déterminé d'une des couches de l'ionosphère afin d'étudier les processus physiques complexes qui se produisent dans ces régions de plasma naturel créées chaque jour par le Soleil. Selon les promoteurs du projet, les effets de cet apport d'énergie seront limités à un rayon variant de 9 à 40 kilomètres, en fonction de la fréquence d'émission et de l'altitude visée, à la verticale de la station HAARP.

Les émissions de HAARP ont pour objectif de faire réagir des particules chargées de l'ionosphère (électrons libres ou ions positifs), avec un champ électrique externe et artificiel. HAARP ne devrait donc avoir aucun effet sur les particules non ionisées, les atomes et molécules neutres qui forment la masse de l'atmosphère à des altitudes plus basses.

Si l'on se base sur les expériences menées auparavant dans d'autres installations de recherche ionosphérique active, les effets produits par HAARP se dissiperaient très rapidement (quelques secondes ou minutes) après l'arrêt de la stimulation. Il ne devrait donc il y avoir aucun risque de perturbation permanente ou à long terme de l'ionosphère.

Dans l'état actuel du projet, HAARP ne serait pas capable de produire une ionisation artificielle supplémentaire, pour deux raisons:

1. Les hautes fréquences (HF) utilisées par HAARP sont dans la partie non ionisante du spectre électromagnétique, contrairement au rayonnement ultraviolet du Soleil et aux rayons X dont les photons ont suffisamment d'énergie pour être ionisants.
2. La puissance maximale de l'IRI est actuellement trop faible pour provoquer une ionisation artificielle par interaction avec les particules aux altitudes ionosphériques. En effet, à ces al-

titudes, la puissance ne dépasserait pas  $3 \mu\text{W}$  par  $\text{cm}^2$  (pour une puissance émise au sol de 3,6 MW), ce qui est, d'après les experts de HAARP, environ deux fois trop peu pour produire ce processus d'ionisation artificielle. Certains rapports de l'*U.S. Air Force* laissent cependant entendre que cette puissance pourrait être considérablement accrue à l'avenir. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

L'injection d'une fraction de l'énergie émise par HAARP dans les particules ionisées qui constituent le plasma ionosphérique provoque un accroissement local de la température. A une altitude de 275 km, dans la région F2 dont la température dépasse  $1.400^\circ\text{K}$ <sup>18</sup>, des expériences menées dans d'autres stations de recherche ionosphérique ont montré qu'il était possible d'accroître localement la température de quelque 30%. La zone affectée montrerait alors temporairement des caractéristiques différentes des zones voisines dans la couche. Les instruments de mesure sophistiqués au sol sont chargés d'étudier les propriétés physiques dynamiques de l'ionosphère pendant ces expériences.

Lorsque les électrons et les ions acquièrent ce supplément d'énergie, leur température augmente, ainsi que leur énergie cinétique: ils se déplacent donc plus rapidement. Dans la région F, cette mobilité accrue a pour effet de réduire la densité électronique. Dans ce cas aussi, les expériences d'autres sites ont pu réduire cette densité des électrons de 10 à 20% localement sur des courtes périodes.

L'ionisation naturelle dans la région F correspond à une densité d'électrons et d'ions d'environ 1 million par  $\text{cm}^3$  pendant la journée, soit 0,2% du total des gaz présents. Même en supposant que les expériences ionosphériques réalisées avec l'émetteur HF de HAARP réduisent la densité ionique de 20%, soit une densité réduite à 800.000 particules par  $\text{cm}^3$ , ce résultat serait encore nettement inférieur à la réduction de densité, de l'ordre de 50%, qui se produit naturellement pendant la nuit.

Selon certaines études, l'échauffement provoqué par l'émetteur pourrait par contre ac-

---

<sup>18</sup>  $0^\circ\text{K} = -273,15^\circ\text{C}$

croître la densité dans la région E, du fait d'une suppression partielle du processus de recombinaison. Une variation considérée comme minimale, comparativement aux variations considérables qui surviennent chaque nuit dans cette région (la densité peut alors se réduire à 1.000 par  $\text{cm}^3$ , soit 200 fois moins que le jour).

### 3.1.3. Les applications énoncées par les militaires

Un rapport de juin 1995, publié par le *Air Force's Phillips Laboratory* et le *Office of Naval Research* présente le programme HAARP comme l'aboutissement de 30 années de recherches sur l'ionosphère. Le terrain scientifique était prêt pour faire la transition entre la recherche pure et les applications pratiques dans les domaines civil et militaire estime le rapport. Les experts concluent que la construction d'un émetteur HF dans les régions aurorales, d'une puissance 3 fois supérieure à celui de Tromsø en Norvège, donnera aux Etats-Unis une capacité sans précédent de contrôler localement l'état de l'ionosphère et considèrent HAARP comme la pierre angulaire de la transition entre l'ère des pures recherches ionosphériques et celle des technologies et applications stratégiques.

L'énergie primaire du transmetteur HAARP peut être émise à une fréquence comprise entre 2,8 et 10 MHz. En alignant la fréquence d'émission sur le profil de densité ionosphérique (la fréquence du plasma notamment), l'énergie émise peut être déposée sélectivement à des altitudes comprises entre 70 et 90 km (région D et E) et entre 200 et 300 km (région F), ou peut s'échapper dans l'espace. Une partie significative de l'énergie HF absorbée est réémise sous forme d'énergie optique.

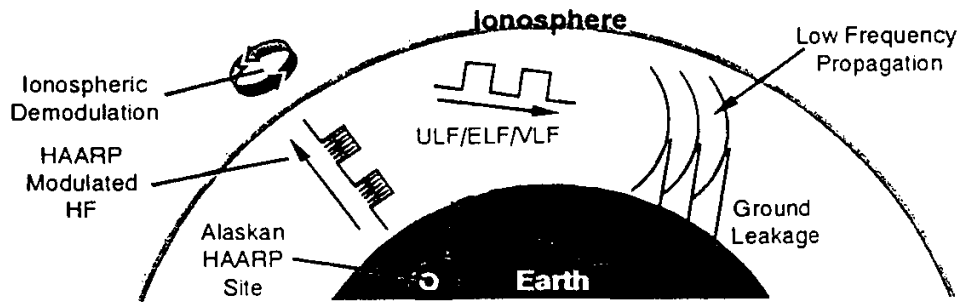
L'ionosphère agit donc comme un convertisseur d'énergie HF en photons optiques. Ce processus est similaire à celui qui crée la luminescence naturelle (*airglow*) émise par la haute atmosphère, observable de nuit avec des instruments optiques sensibles. Le spectre de la luminescence produite par l'émetteur HAARP

dépend de l'intensité de l'émission ainsi que de la composition et de la densité de l'atmosphère dans la zone où est déposée l'énergie. L'émetteur HAARP est le seul dont le faisceau est suffisamment intense pour induire une réémission de l'énergie observée dans l'infrarouge. De plus, le signal monochromatique de l'émetteur peut être converti en un large spectre radio pouvant avoir un impact utile sur les communications.

La présence de champs et courants électriques dans l'ovale auroral fournit à HAARP des capacités uniques. Cette zone de l'ionosphère peut être utilisée comme un transmetteur basse fréquence qui est réglable de façon continue dans la gamme de 0.001 Hz à 40 kHz. Pour permettre cette fonction, le signal émis est modulé en amplitude ou en fréquence par la basse fréquence désirée. L'ionosphère, agissant comme un filtre haute fréquence, démodule le signal HF (figure 9) et renvoie un signal électromagnétique de fréquence égale à celle de la basse fréquence de modulation (la réflexion vers le sol se produit à l'endroit de l'ionosphère où la fréquence de la porteuse du signal émis égale la fréquence de résonance du plasma formé à cette altitude). Cette onde peut se propager avec une faible atténuation sur des milliers de kilomètres, guidée par le guide d'onde formé par l'espace entre le sol et l'ionosphère. C'est la raison pour laquelle beaucoup de systèmes de communications basse fréquence sont utilisés par la *Navy* pour les liaisons entre navires et avec la terre.

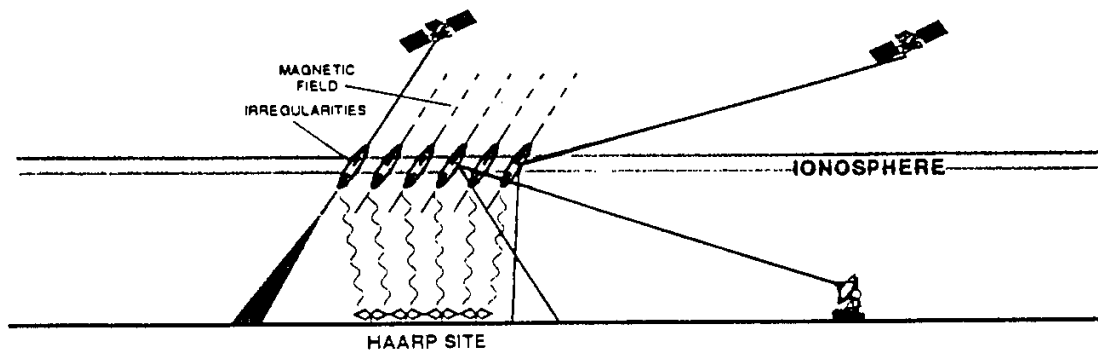
Lorsque l'énergie est déposée dans la région F, près du maximum de densité des électrons, elle provoque localement des stries, des irrégularités, dans la densité électronique de l'ionosphère. Ces stries sont comme des axes et sont alignées avec le champ magnétique; elles peuvent agir comme des diffuseurs (*Field Aligned Scatterers*, FAS) qui réfléchissent les fréquences, dans les domaines HF à UHF, d'une façon extrêmement directionnelle. Ces FAS peuvent aussi bien modifier le signal qui les traverse que fournir de nouveaux liens de communication. Ce principe est illustré à la figure 10.

Figure 9. **Principe de réflexion des fréquences extrêmement basses après démodulation dans l'ionosphère du signal modulé en amplitude de l'émetteur HF**



Source: Air Force Phillips Laboratory and Office of Naval Research (1995)

Figure 10. Principe des *Field Aligned Scatterers*, irrégularités de l'ionosphère alignées sur les lignes de force du champ magnétique, et leur influence sur la transmission des communications



Source: Air Force Phillips Laboratory and Office of Naval Research (1995)

Ce rapport expose ensuite trois domaines d'applications pour le Programme HAARP

### 1. Le domaine des basses fréquences

La plupart des systèmes de communications et de capteurs distants utilisent la partie des courtes longueurs d'ondes du spectre électromagnétique, opérant depuis quelques MHz jusqu'au visible et ultraviolet, ont des avantages inhérents en termes de bande passante, résolution et facilités dans le développement des sources et détecteurs. Par contre, leur faible capacité de pénétration constitue un obstacle majeur lorsqu'elles sont utilisées pour sonder le sous-sol et communiquer dans les profondeurs des océans.

Les très basses fréquences pénètrent beaucoup plus profondément dans le sol et dans l'eau et ont été utilisées pour les communications sous-marines et l'exploration géophysique. Cependant, les problèmes pour développer des

sources de basse fréquence à larges bandes rendent difficile leur utilisation pour les applications souterraines; avec pour résultat que les applications électromagnétiques basse fréquence ont souvent été dépendantes de sources naturelles, telles que la foudre ou les pulsations géomagnétiques. Mais, bien que ces sources naturelles ont des avantages, d'un point de vue logistique, sur des petites sources artificielles, elles ont aussi l'inconvénient d'être imprévisibles et d'avoir un signal contenant des caractéristiques de bruit importantes. Les signaux naturels sont de plus extrêmement faibles dans les bandes de fréquences comprises entre 1 et 2 kHz et 0,1 et 10 Hz. Or ces bandes sont importantes dans l'exploration minière et pétrolière.

Le générateur HAARP, opérant en mode conversion de basses fréquences, peut générer des ondes contrôlées, monochromatiques et cohérentes entre 0,001 Hz et 40 kHz. Il est une source qui a tous les avantages des sources naturelles mais aucun de leurs inconvénients. HAARP, de l'avis de ses concepteurs, comble

donc un long vide dans le domaine des sources électromagnétiques basse fréquence contrôlées, avec le potentiel de révolutionner les communications et les capteurs distants utilisant ces basses fréquences.

Les caractéristiques uniques du générateur HAARP agissant comme un transmetteur basse fréquence accordable sur une fréquence choisie, ouvre la voie à une large gamme d'applications possibles dont le sondage du sous-sol, de la mésosphère, de l'ionosphère et de la magnétosphère.

Les basses fréquences se propagent dans le guide d'onde formé par l'espace entre la terre et l'ionosphère, avec une très faible atténuation, avec pour conséquence qu'une très grande partie de la surface terrestre peut être couverte à partir du site de HAARP.

Des ondes basse fréquence injectées dans les ceintures de radiation de la Terre peuvent induire la précipitation des particules énergétiques piégées dans cette région de l'espace. L'exploitation de ce processus pourrait permettre le contrôle du flux des particules énergétiques dans certaines régions des ceintures de radiations et pourrait avoir un impact sur l'opération et la durée de vie des satellites opérant dans cette région.

## 2. Le domaine des hautes fréquences

L'émetteur HAARP peut aussi avoir un impact sur les communications HF/VHF/UHF dans les liaisons sol-sol et sol-satellites, en modifiant les régions de l'ionosphère qu'elles traversent. Le concept des FAS (*Field Aligned Scatterers*), déjà évoqué, est ici d'une importance majeure pour l'amélioration des communications sol-sol ou sol-satellite qui autrement seraient marginales ou impossibles. L'établissement de cheminements VHF/UHF OTH permettront de nouveaux systèmes de communication, de surveillance et de capteurs distants utilisant des installations basées au sol. De nouveaux cheminements sol-espace permettraient d'étendre les zones couvertes par les systèmes de communication et de surveillance civils et militaires.

D'un point de vue militaire, le plasma ionosphérique peut être artificiellement restructuré dans le voisinage des cheminements des

émissions de communications, surveillance et navigation transionosphériques et affecter les performances de celles-ci.

En HF, l'émetteur HAARP peut aussi agir comme un radar: lorsque sa fréquence de travail dépasse la fréquence de résonance de la région F de l'ionosphère, il peut être utilisé autant comme un radar à diffusion incohérente pour diagnostiquer le plasma de haute altitude dans l'ionosphère auroral, que comme un radar cohérent pour sonder les turbulences de la magnétosphère aurorale. Des techniques similaires peuvent être utilisées pour sonder les vents solaires, la couronne solaire et les corps planétaires et leurs ionosphères. Enfin, de nouveaux concepts ont été développés afin d'utiliser l'émetteur HAARP en mode radar en conjonction avec une source acoustique infrason pour sonder la stratosphère et la mésosphère aurorales.

## 3. Le domaine des fréquences optiques

Dans des conditions stables, une part significative de la puissance HF absorbée par les électrons de l'ionosphère engendre une excitation moléculaire et une réémission dans une large gamme de fréquences optiques. Les militaires américains s'attendent donc à ce que, à l'intensité maximale de son émission, l'émetteur HAARP produise une luminescence avec une puissance de l'ordre du mégawatt principalement dans la partie visible et infrarouge du spectre. Les émissions IR sont essentiellement causées par l'excitation indirecte de molécules de CO<sub>2</sub> et se propagent de manière isotrope en étant absorbées vers le bas. Ces émissions peuvent être détectées par des satellites équipés de détecteurs IR situés dans la ligne de visée de la région modifiée.

Le projet de satellite américano-russe "RAMOS", qui survolera fréquemment le site de Gakona, permettra la mesure des émissions optiques et IR avec une bonne résolution spatiale et fournira donc une mine d'informations sur l'état de la région de l'ionosphère dans laquelle elles ont été générées, informations telles que la structure de la densité neutre, la dynamique des vents et l'abondance relative des molécules émettant l'IR. Les émissions IR, ainsi que leur faculté de créer des stries dans leur région, ont des implications militaires significatives pour la détection IR et les contre-mesures.

Ce rapport de 1995 apparaît cependant comme particulièrement succinct, et très incomplet, lorsqu'on le compare au planning du programme HAARP établi dès 1990 par le laboratoire de géophysique de l'*U.S. Air Force* et de l'*Office of Naval Research*.

Dès les premières lignes de ce rapport préparatoire, HAARP est présenté comme un moyen pour améliorer grandement les capacités des systèmes C3 (*Command, Control and Communication*), ou pour en interdire l'accès à un ennemi. Un objectif essentiel de ce programme, poursuit le rapport, est l'identification et l'approfondissement des processus et des phénomènes ionosphériques qui peuvent être exploités pour des projets du DoD, tels que ceux indiqués ci-dessous:

### 1. Génération d'ondes ELF/VLF

Plusieurs systèmes militaires de communication dépendent de réseaux basse fréquence, entre 30 Hz et 30 KHz. C'est notamment le cas des communications avec les sous-marins en plongée et du réseau militaire de secours (*Minimum Essential Emergency Communications Network*, MEECN).

Les basses fréquences, entre 70 et 150 Hz, sont particulièrement intéressantes pour de nombreuses applications militaires, mais sont difficiles à générer avec des systèmes d'antennes terrestres. Un échauffement d'une zone de la région D de l'ionosphère, grâce à un générateur HF terrestre, permettrait de moduler la conductivité de cette zone de l'ionosphère, ce qui à son tour modulerait les courants ionosphériques qui joueront le rôle d'une antenne virtuelle pour le rayonnement des ondes radios vers le sol. Cette explication, dans un rapport qui, rappelons-le, remonte à huit ans, s'appuie sur des recherches expérimentales menées dans d'autres stations ionosphériques en Occident et en Union soviétique. Les planificateurs du programme HAARP espèrent être capables de générer des signaux ELF plus puissants que ceux permis à cette époque avec les réseaux dont dispose la *Navy* dans le Wisconsin et le Michigan.

Ce document indique également que l'on sait aujourd'hui que les signaux naturels de très basse fréquence, tels que ceux générés par la

foudre, se propagent dans l'ionosphère et interagissent avec les particules le long des lignes de force du champ géomagnétique, provoquant, de temps en temps, la précipitation de ces particules dans l'ionosphère inférieure. Les militaires espèrent donc qu'il serait possible, si ce processus pouvait être contrôlé de façon fiable, de développer des techniques pour provoquer artificiellement cette précipitation et appauvrir ainsi, pour de courtes périodes, une région déterminée des ceintures de radiation des particules: ceci permettrait, comme nous l'avons déjà indiqué, aux satellites d'y opérer temporairement sans endommager leurs équipements électroniques.

### 2. Exploration géophysique

HAARP doit permettre d'identifier et de caractériser les processus naturels de l'ionosphère qui limitent les performances des systèmes C3, afin de développer des techniques pour les atténuer ou les contrôler. Mais HAARP a aussi une fonction de surveillance.

La possibilité d'utiliser HAARP pour l'exploration géophysique est encore peu développée dans ce document de 1990. Ce n'est en fait que plus tard, en réponse aux pressions de parlementaires qui souhaitent exploiter au mieux tout le potentiel de HAARP, que cet aspect prend une certaine importance. Dans le *National Defense Authorization Act* de l'année fiscale 1995, le Sénat presse le DoD de proposer un plan pour l'utilisation de HAARP en tomographie, c'est-à-dire pour le sondage des profondeurs terrestres.

La tomographie consiste à sonder les sols en profondeur avec des signaux de très basse fréquence, 10 à 20 Hz selon le directeur du programme John HECKSCHER, afin d'y déceler des anomalies telles que des installations militaires secrètes, des tunnels, ou des matières minérales. Cette éventualité pourrait donc aussi être intéressante pour la prospection du gaz ou du pétrole.

Cette application a finalement été financée, en 1996, par le budget des programmes de contre-prolifération, l'intérêt militaire le plus évident étant la mise à jour d'éventuels sites secrets, stockage, production ou laboratoires, pour des armes nucléaires ou chimiques.

Cette application nouvelle n'a bien entendu jamais été discutée dans l'étude d'impact, puisque celle-ci s'est clôturée en 1993.

### **3. Génération de "trous" ou de "lentilles" ionosphériques**

On sait que l'échauffement d'une région de l'ionosphère avec un puissant signal HF provoque localement une dépression d'électrons, un "trou", qui altère les propriétés de réfraction de l'ionosphère, et donc perturbe les signaux radio qui traversent cette région. Si des techniques étaient développées pour exploiter ce phénomène de façon à créer une lentille artificielle, il serait possible de focaliser une plus grande quantité d'énergie HF à de plus hautes altitudes, ce qui ouvrirait une voie pour déclencher de nouveaux phénomènes ionosphériques qui pourraient être exploités par le DoD (sans autre précision).

### **4. Accélération d'électrons**

S'il est possible de concentrer suffisamment d'énergie en une zone de l'ionosphère, il serait possible d'accélérer des électrons vers de plus hautes énergies, depuis quelques eV jusqu'à des niveaux de plusieurs KeV ou MeV. Ces électrons accélérés pourraient générer une variété d'émissions optiques et IR dont l'observation et la quantification fourniraient des données intéressantes sur la concentration des composants mineurs de la haute atmosphère et de l'ionosphère inférieure, et permettraient de développer des modèles de prévision de la propagation des ondes radios. Mais le rapport ajoute une application militaire particulière: ces émissions IR et optiques pourraient aussi servir à "aveugler" les détecteurs militaires basés dans l'espace.

En outre, par collision avec des particules neutres, les électrons accélérés (entre 14 et 20 eV) produiraient une ionisation artificielle supplémentaire; ceci permettrait de compenser les périodes durant lesquelles l'ionisation est naturellement faible et d'assurer les communications HF longue distance (OTH) quel que soit le moment.

Pour terminer ce volet, les militaires constatent que l'expérience a déjà permis d'observer que les transmetteurs HF dont sont équipés certains véhicules spatiaux pouvaient accé-

léner des électrons jusqu'à des niveaux d'énergie tels que leur impact pouvait endommager les équipements. L'accélération artificielle d'électrons jusqu'à plusieurs KeV ou MeV permettrait d'évaluer les effets de ces collisions avec des véhicules spatiaux. Il ne faut évidemment pas être grand clerc pour comprendre que, outre cet aspect de protection des équipements, la maîtrise de ces procédés serait probablement aussi une avancée considérable pour le développement des armes à plasma. Selon des observateurs spécialisés, il semble certain, malgré les démentis officiels, que les armes à plasma hautement énergétique font toujours l'objet de recherches au Nouveau Mexique, dans le laboratoire *High Energy Research Facility* (HERTF) situé sur la *Kirtland Air Force Base*<sup>19</sup>.

### **5. Génération de zones d'ionisation artificielle alignées sur les lignes de champ magnétique**

Le procédé de *Field Aligned Scatterers* (FAS) a été décrit brièvement précédemment. Ce rapport préparatoire ajoute que ce dispositif permettrait, d'une part, de maintenir opérationnelles les communications HF, même au-dessus d'une zone perturbée par une attaque nucléaire et, d'autre part, de détecter à très longue distance un missile pénétrant dans l'ionosphère. Le principe du FAS aurait été testé en 1992, donc avant la construction de HAARP, vraisemblablement avec la station HIPAS de l'Université de l'Alaska près de Fairbanks.

### **6. Echauffement HF oblique**

Les stations ionosphériques actuelles émettent le rayonnement HF verticalement, au-dessus de la station. C'est d'ailleurs ce que disent aussi les documents les plus répandus relatifs au programme HAARP: les effets seraient limités à un rayon de 9 à 40 km autour de la station. Les travaux préparatoires indiquent pourtant que, pour les applications militaires envisagées, il est souhaitable de pouvoir altérer significativement des régions de l'ionosphère à de grandes distances, de 1.000 km ou plus. Cet objectif nécessite une émission HF, non plus à la verticale de la station, mais selon des axes obliques s'éloignant de celle-ci.

<sup>19</sup> *Jane's Defence Weekly*, 29 July 1998, p. 29.

Le DoD justifie cette exigence par le fait que les puissances effectives de plus en plus grandes qui sont utilisées pour les futurs systèmes de communication et de surveillance peuvent provoquer des effets non désirés dans l'ionosphère, et pourraient aussi être vulnérables aux effets produits par d'autres émetteurs, alliés ou ennemis. Ce sont ces risques, éloignés du point d'émission, qu'il faut pouvoir évaluer.

Cette application du projet HAARP suscite plusieurs commentaires. Tout d'abord, c'est au travers de cette description que l'on devine la possibilité de perturber les communications jugées hostiles. Ensuite, ce sujet n'est absolument pas abordé dans la *Final Environmental Impact Statement* (FEIS), le rapport final de l'étude d'impact. Ce projet d'émission oblique, à plus de 1.000 km, est donc en contradiction avec les propos officiels assurant que les perturbations sont limitées à un étroit périmètre au-dessus des installations.

### 7. Génération de couches d'ionisation en dessous de 90 km

L'utilisation d'une puissance HF pour accélérer des électrons à 14-20 eV ouvre la voie, selon les promoteurs du projet HAARP, à la création de couches substantielles d'ionisation à des altitudes où il n'y a normalement que peu d'électrons libres.

Ces zones sont appelées des miroirs ionosphériques artificiels (*Artificial Ionospheric Mirror*, AIM) et le concept a déjà été expérimenté par l'*U.S. Air Force*. Les fréquences nécessaires pour constituer ces miroirs artificiels se situant entre 400 MHz et 3 GHz (donc beaucoup plus que l'émetteur de HAARP), le document précise que le programme HAARP n'est pas "directement" concerné par le principe des AIM. Il y aurait-il donc des relations "indirectes"? La dialectique militaire est parfois surprenante...

Ce rapport préparatoire de 1990 ne mentionne pas avec précision la puissance prévue pour l'émetteur HF. Il se borne à annoncer que HAARP sera la station la plus puissante au monde et disposera d'une puissance supérieure à 1 GW ERP (*Effective Radiated Power*).

La polémique autour de la puissance réellement envisagée pour l'émetteur HF de la station HAARP pourrait bien trouver ici son épilogue. Certains documents de sources militaires mentionnent des puissances ERP entre 1 et 10 GW. Lors d'un *workshop* qui s'est tenu, en 1991, sur la *Hanscom Air Force Base*, dans le Massachusetts, un groupe de travail, intitulé *HAARP Workshop on Ionospheric Heating Diagnostics*, aurait indiqué dans son *Technical Memorandum 195*, un document qui n'a pas été rendu public, que la puissance ERP idéalement requise serait de 100 GW [BEGICH, 1995].

En mars 1998, le Professeur William GORDON (*Rice University*, Houston), qui a participé aux groupes de travail du programme HAARP, confirmait d'ailleurs que 100 GW était bien la puissance émise effective (ERP) considérée comme souhaitable par l'un des scientifiques de l'équipe de programme<sup>20</sup>.

Actuellement, la puissance de l'émetteur HAARP, indiquée dans les documents récents ainsi que dans le rapport de l'étude d'impact, est fixée à 3,6 MW. Mais cette valeur exprime ici une puissance totale correspondant à la puissance disponible des générateurs alimentés par des moteurs diesels. Pour connaître la puissance effectivement irradiée, ERP, il faut connaître les caractéristiques du réseau d'antennes et en particulier le gain.

Selon un courrier échangé entre Nick BEGICH et le directeur du programme HAARP John HECKSCHER, le gain d'antenne de l'émetteur HF serait d'environ 1000 à 10 MHz. On en déduit donc que la puissance effectivement émise sera d'environ 3,6 GW.

Au terme de sa construction, HAARP sera donc bien trois fois plus puissant que la station européenne EISCAT dont la puissance actuelle est de 1,2 GW ERP pour le réseau d'antennes couvrant les fréquences de 5,5 à 8 MHz maximum et seulement de 300 MW ERP pour les fréquences plus basses, de 3,85 à 5,65 MHz.

Pour atteindre une puissance ERP de 100 GW, comme le souhaitent certains scientifiques, il faudrait donc un générateur capable de fournir

<sup>20</sup> *Defense News*, 16/3/1998: HAARP is Harmless (Letter from Prof. W. GORDON), p. 14.



approximativement 100 MW, ce qui reviendrait à multiplier le projet actuel par un facteur 28. Construire un générateur, ou une centrale utilisant le gaz naturel abondant de l'Alaska, disposant d'une puissance installée de 100 MW n'est pas un problème: à titre de comparaison, la centrale nucléaire de Tihange, qui assure 44% des besoins énergétiques de la Wallonie, a une puissance installée de 2,9 GW. Mais ce genre de comparaison, fréquente dans les discussions sur la puissance réellement envisagée par les militaires pour l'émetteur HAARP, n'est pas pertinente.

En effet, pour envoyer dans l'ionosphère une impulsion d'une grande énergie, il faut être capable de libérer une puissance importante en un temps extrêmement court, quelques fractions de seconde. Une puissance de 1 Watt correspond à une énergie de 1 Joule pendant 1 seconde. Si l'on veut injecter une énergie de 1 Joule en un millième de seconde, il faut donc disposer d'une puissance de 1.000 W.

Compte tenu des installations actuelles équipées avec des moteurs diesel, l'émetteur HAARP n'est donc pas en mesure d'injecter dans l'ionosphère une énergie aussi titanesque et déstabilisatrice que certains le prétendent.

La production d'impulsions de très haute énergie est cependant un sujet d'intenses activités dans les laboratoires militaires chargés du développement des armes à énergie dirigée. Sur sa base de Kirtland dans le Nouveau Mexique, l'*U.S. Air Force* possède un super condensateur à décharge rapide<sup>21</sup> capable d'accumuler une puissance qui sera ensuite libérée, en 10<sup>-6</sup> seconde, sous la forme d'une impulsion de 1,2 TW (ce qui génère, en vertu de la relation  $P = U \cdot I$ , un courant de 10 10<sup>6</sup> A sous une tension de 120.000 V). Ce dispositif baptisé *Shiva Star Fast Capacitor Bank*, est destiné notamment à explorer les possibilités de propulsion des véhicules spatiaux américains par de l'antimatière. D'autre part, il est également utile dans le cadre du développement des nouvelles classes d'armes à impulsion électromagnétique (*EMP Weapons*), capables de détruire la plupart des équipements électroniques sur une large étendue en libérant une impulsion d'une intensité équivalente à celle produite lors d'une explosion nucléaire, avec

l'avantage de ne pas provoquer de retombées radioactives.

Etablir un lien entre ces deux projets, HAARP et SHIVA STAR, relève bien entendu de la plus totale spéculation. Néanmoins, nous verrons dans les chapitres suivants que l'existence de relations entre des programmes apparemment distincts sont des hypothèses à ne pas négliger *a priori*.

### 3.2. Les conclusions de l'étude d'impact

#### 3.2.1. Base juridique

En 1969, le Congrès des Etats-Unis adoptait une des premières lois fédérales traduisant une réponse du législateur à la préoccupation croissante du public en matière d'environnement: c'est le *National Environmental Policy Act (N.E.P.A.)*.

La base juridique de ces dispositions repose sur deux concepts: lorsqu'une action majeure du gouvernement fédéral (*Major Federal Action*) peut avoir un effet significatif sur l'environnement (*Significantly Affecting*), l'autorité publique est tenue de procéder à une évaluation des incidences sur l'environnement (*Environmental Impact Statement, EIS*).

Bien qu'elles soient inspirées par les principes généraux du droit de l'environnement - approche interdisciplinaire, principe d'intégration, proposition d'alternatives... -, les dispositions américaines diffèrent sensiblement du droit européen (Directive 85/337/CEE, modifiée par 97/11/CE). Seuls les projets d'initiative publique sont soumis à la procédure et il n'existe pas de liste pré-établie de projets obligatoirement soumis. Par contre, la notion d'action majeure n'est pas limitée aux projets d'infrastructures, mais peut aussi concerner des projets de loi ou des programmes de nature fédérale et atteindre ainsi, indirectement, des projets de nature privée soumis à l'autorisation du gouvernement fédéral. Le système juridique américain prévoit que ce sont les tribunaux qui concrétisent les lois, par le développement d'une abondante jurisprudence.

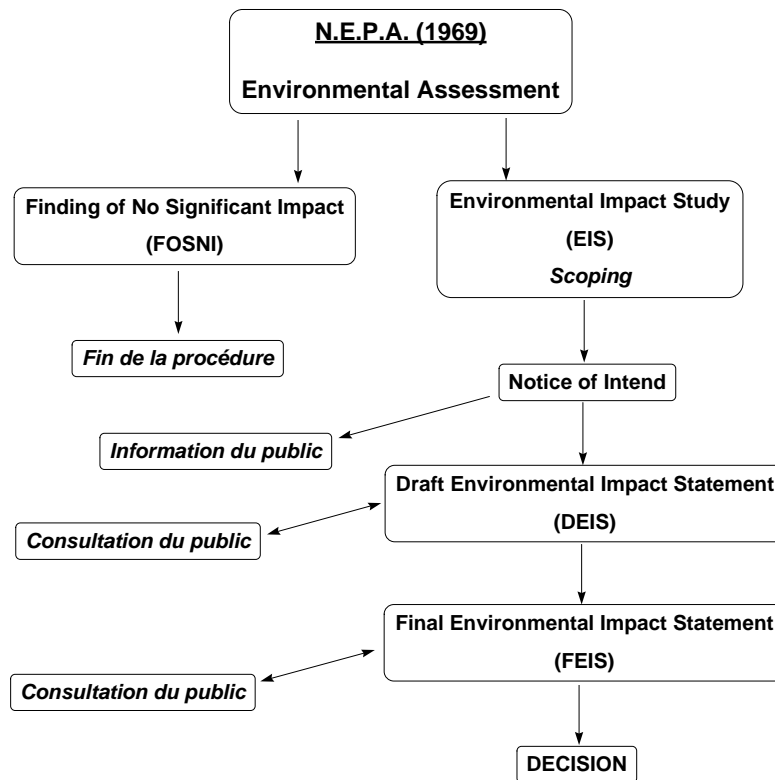
La procédure commence par une phase d'évaluation (*Environmental Assessment*) au

<sup>21</sup> *Jane's Defence Weekly*, 29 July 1998

terme de laquelle l'administration concernée doit prendre une décision:

- soit, l'action peut avoir un impact significatif sur l'environnement, et la procédure doit se poursuivre;
- soit, aucun impact significatif n'est décelable, auquel cas la procédure prend fin (*Finding of No Significant Impact, FOSNI*).

Figure 11. Procédure de l'étude d'impact aux Etats-Unis



Source: notes de cours ULB/IGEAT

Si la poursuite de la procédure s'avère nécessaire, l'administration commence une phase de *Scoping*, qui consiste en un examen des divers effets potentiels du projet sur l'environnement. Cette phase se termine par la publication d'un avis, *Notice of Intend*, informant le public de la décision de lancer une étude d'incidences.

L'étape suivante prévoit la réalisation d'un projet d'étude d'incidence (*Draft Environmental Impact Statement, DEIS*), réalisé par l'administration elle-même, et non par des experts indépendants agréés comme c'est le cas dans notre législation. Ce projet est soumis à la consultation de la population qui peut déjà exprimer ses remarques à ce stade.

La prise en compte des critiques et observations conduira à la rédaction du rapport définitif, le *Final Environmental Impact Statement*

(*FEIS*) qui fera l'objet d'une nouvelle et dernière consultation de la population concernée. C'est au terme de cette procédure qu'interviendra la décision de réaliser, suspendre ou modifier le projet.

Les obligations dérivant de la N.E.P.A. ont certainement l'avantage de sensibiliser les pouvoirs publics à intégrer les critères environnementaux dès la phase initiale d'élaboration des projets. La procédure se déroulera d'autant plus aisément que les problèmes d'environnement soulevés par la population auront été anticipés. On pourrait toutefois argumenter que cette procédure sert surtout à légitimer l'action de l'autorité publique, seul garant de son bon déroulement. Le champ d'application de la N.E.P.A. est très vaste et peut également concerner des matières liées à la défense natio-

nale, telles que des expérimentations de missiles ou l'implantation d'une base militaire. L'objectivité des études d'impact réalisées par les pouvoirs publics et le poids de la consultation populaire risquent bien d'être inversement proportionnels à l'enjeu stratégique et économique.

### 3.2.2. Le rapport de l'étude d'impact pour le projet HAARP

Conformément à la procédure imposée par le N.E.P.A., le rapport de l'étude d'impact sur l'environnement pour la construction et l'exploitation des installations de HAARP en Alaska a été communiqué au public le 15 juillet 1993.

Les contraintes pour l'implantation du site étaient particulièrement strictes. Il devait impérativement se trouver entre 61 et 65 degrés de latitude, nord ou sud. Il fallait également que le site soit sur le territoire américain, sur un terrain suffisamment étendu appartenant au DoD, proche d'une autoroute, et éloigné des zones habitées. Ces exigences éliminaient *de facto* l'implantation en Antarctique, et les deux sites pro-

posés étaient situés dans les territoires américains de l'Alaska: le site de Clear AFS, dans la région de Tanana-Kuskokwin Lowland traversée par le fleuve Nenana, et le site de Gakona dans le bassin du fleuve Copper River près de la ville de Glennallen.

Gakona abritait déjà les installations d'un autre projet en cours de construction, un radar pour la transmission OTH (*Over-The-Horizon Backscatter Radar*), et les autorités disposaient, de ce fait, des informations recueillies au cours de l'étude d'impact réalisée pour cet autre projet. Par contre, sur le site de Clear, HAARP aurait provoqué des interférences avec le système de détection antimissiles que l'*U.S. Air Force* a déployé en cet endroit, le *Clear AFS Ballistic Missile Early Warning System* (BMEWS).

Les caractéristiques de ces deux sites ont été discutées dans le FEIS, mais c'est finalement Gakona qui fut retenu par les autorités de l'*U.S. Air Force*, sur base de considérations techniques bien plus qu'en fonction de critères environnementaux.

Photo 2. Vue aérienne du site HAARP et de ses environs



source: *U.S. Navy*, Site Internet

La procédure donne au public la possibilité d'intervenir à plusieurs étapes. Deux ré-

unions ont été organisées durant la phase de *scoping*, l'une à Glennallen, l'autre à Anchorage.

Après la publication du DEIS, des auditions publiques ont été organisées à Glennallen et Anderson afin de recueillir les réactions au projet de rapport (DEIS) et répondre à d'éventuelles nouvelles questions. La population et les administrations fédérales avaient également la possibilité d'adresser par courrier leurs remarques sur le DEIS.

L'administration a ensuite procédé à la rédaction du rapport final, FEIS, dont l'objectif est de présenter une analyse comparative des conséquences environnementales du projet, de proposer d'éventuelles alternatives ou modifications, en tenant compte des préoccupations du public. Les questions les plus fréquemment soulevées par la population peuvent se résumer en huit catégories qui concernent particulièrement:

- les interférences électromagnétiques des émetteurs de HAARP avec les systèmes électroniques, spécialement les communications et l'avionique;
- les effets biologiques des rayonnements HF et ELF/VLF sur le corps humain et la vie sauvage;
- l'impact, sur la vie aquatique et les animaux sauvages, des activités d'extraction dans les carrières de gravier à proximité de Tulsona Creek et de la Copper River (Gakona nécessite en effet l'importation de 120.000 mètres cubes de gravier pour stabiliser le sol et minimiser la fonte de la couche permagel<sup>22</sup>);
- le risque de collisions d'oiseaux sur les mâts d'antennes du IRI et VIS;
- le bruit associé à la construction et aux opérations;
- l'impact sur la haute atmosphère et sur la couche d'ozone;
- l'utilisation de la main d'œuvre locale pour la construction et l'exploitation de la station HAARP;
- le niveau de détail souhaité dans la DEIS et la notification des auditions publiques.

La FEIS envisageait donc trois options: le choix de Gakona, le choix de Clear, ou l'abandon du projet. La décision s'étant finalement porté sur Gakona, nous n'examinerons que les

impacts qui avaient été identifiés pour cette région.

Les infrastructures du programme HAARP, à Gakona, occupent environ 20 hectares dans une région composée essentiellement de forêts de conifères et de marais. Un grand nombre d'espèces animales différentes y trouvent leur habitat, en particulier des élans, des loups, des troupeaux de caribous ainsi que des ours blancs et bruns. Diverses espèces d'oiseaux des marais et de rapaces sont également abondantes, et la *Copper River* est riche en poissons tant résidents que migrateurs.

Gakona est considérée comme une zone rurale. La plus grande ville de la région, Glennallen, ne compte que 450 habitants. Selon la FEIS, les quelques centres d'activités de loisirs ne devraient pas représenter un obstacle pour le projet, bien que des territoires de chasse et de pêche du *U.S. Bureau of Land Management* traversent le site prévu pour HAARP et que le parc naturel de *Wrangell - St. Elias* s'étende jusqu'à moins de deux kilomètres de celui-ci.

Le premier impact examiné concerne le sol et les ressources minérales. La construction du projet à Gakona nécessite une assise composée de grandes quantités de gravier afin de minimiser le dégel de la couche permagel du sol. Cette dégradation du permagel provoquerait en effet un tassement et une érosion accélérée du sol en certains endroits. L'extraction de ces graviers aura aussi inévitablement une conséquence sur l'équilibre thermique des sols avoisinants. L'unique façon d'atténuer ces effets négatifs consiste à répartir correctement les opérations d'extraction et d'effectuer l'essentiel des travaux de construction durant l'hiver afin de réduire les dommages au tapis végétal. Le projet implique en outre le déboisement de 20 hectares de forêts d'épicéa et l'assèchement d'un peu plus de 7 hectares de marais. Le FEIS conclut néanmoins que les pertes végétales engendrées par la construction sont biologiquement et socialement insignifiantes.

Les perturbations potentielles pour diverses communautés de la zoocénose sont ensuite passées en revue. Hormis une perte de surfaces de pâturages pour les élans, qui n'est toutefois pas à considérer comme un facteur limitant, le rapport estime que l'impact sur les mammifères sera également insignifiant. Le risque de colli-

<sup>22</sup> Partie du sous-sol gelée en permanence.

sion des oiseaux sur les antennes est considéré comme minime pour des espèces telles que les oies, les canards, les rapaces et les passereaux, tandis qu'il s'accroît modérément pour les cygnes. Les promoteurs du projet envisagent de limiter ce danger en réduisant les activités de la station durant la période de ponte et de nidification, ainsi qu'en améliorant la visibilité des câbles d'antennes. L'impact sur la faune aquatique serait insignifiant.

L'impact socio-économique est considéré comme nettement positif, du moins à court terme. La main-d'œuvre importée pour la construction est limitée, selon les prévisions du FEIS, à environ 80 travailleurs, tandis qu'il sera fait appel autant que possible à la main-d'œuvre locale. Les impacts sur les ressources culturelles (la région compte quelques sites archéologiques), sur les activités de loisirs (les accès aux zones de chasse et de pêche seront maintenus), ainsi que les conséquences du projet sur l'esthétique du paysage, sont considérés comme négligeables.

Après ces premières évaluations, concernant davantage la phase de construction, le rapport aborde les principaux effets résultant de l'exploitation du site.

Les premiers ont trait aux pollutions les plus classiques. Un accroissement sensible de la pollution de l'air est inévitable, résultant non seulement des travaux de construction (poussières) mais également, lorsque la station sera opérationnelle, des émissions dues aux combustions dans les moteurs diesel alimentant les générateurs. Ces moteurs sont également l'unique source de nuisance sonore. Les produits dangereux, tels que des solvants ou des peintures, ne devraient pas poser de nuisances particulières. En fait, le seul inconvénient du site de Gakona consiste en l'absence de centrale électrique à proximité, contrairement à l'alternative de Clear AFS qui pouvait compter sur la présence d'une centrale au charbon. La puissance requise par HAARP doit donc être produite sur place, ce qui implique un stockage permanent d'environ 800 m<sup>3</sup> de mazout.

Viennent enfin les impacts relevant des expériences scientifiques proprement dites. Le moins que l'on puisse dire, c'est que leur évaluation est réduite à leur plus simple expression. Le résumé du FEIS, qui est comparable au "résumé non technique" prévu au terme des études

d'incidences en Région wallonne et qui doit donc, à ce titre, être compréhensible pour le plus grand nombre, évacue le sujet en une quinzaine de lignes. Traiter l'ensemble des aspects scientifiques en aussi peu d'espace relève d'un véritable tour de force, même dans un résumé destiné au grand public. Mais cela traduit sans doute aussi une volonté délibérée d'éviter le débat.

Les interférences électromagnétiques que les émetteurs HAARP provoqueront pour les équipements électroniques de la région sont évoquées. Pour assurer la sécurité aérienne, il est prévu d'installer un radar de détection qui permettra d'éteindre les émetteurs appropriés dès qu'un avion entre dans la zone du site. Des aménagements seront également prévus pour réduire autant que possible les interférences avec les autres systèmes de télécommunication qui sont nombreux, voire vitaux pour certaines activités dans ces régions désertiques. Les angles d'émission des émetteurs HAARP seront adaptés, certaines fréquences seront évitées, et le rapport prévoit même de prendre éventuellement en charge certaines modifications dans le matériel des utilisateurs.

Les effets biologiques des fréquences radio sur les êtres humains et les animaux sont considérés comme inexistantes, pour autant que ceux-ci restent en dehors du périmètre de sécurité installé autour des installations. De même, les militaires estiment que les oiseaux, et notamment les mécanismes de navigation des espèces migratrices, ne seront pas affectés, même s'ils survolent ou se perchent sur le réseau d'antennes.

L'impact sur l'atmosphère est décrit comme un changement temporaire dans la densité, la température et la structure de l'ionosphère qui serait toutefois négligeable au regard des effets produits naturellement par le rayonnement solaire. Par "temporaire", le rapport entend "de quelques secondes à quelques heures". Enfin, le rapport prend soin de préciser que la couche d'ozone ne sera en aucune façon perturbée.

En s'engageant dans une procédure d'évaluation relative à un projet du DoD impliquant des manipulations humaines sur la structure de l'ionosphère, les autorités n'ignoraient certainement pas que les réactions seraient nombreuses. A la fois militaire, et suspecté de

porter atteinte à l'environnement, voire à l'intégrité physique et mentale des individus, le projet HAARP devait inéluctablement entraîner son lot de contestataires irréductibles et déterminés. Sur ce point, il n'y a donc pas de surprise.

Une des questions posées par les représentants de cette opposition radicale [BEGICH, 1995] est cependant pertinente: l'absence d'informations satisfaisantes, sur des sujets aussi controversés que l'impact d'ondes à certaines fréquences sur les organismes ou les conséquences potentielles d'expériences prolongées et plus agressives sur l'ionosphère, relève-t-elle d'une volonté de dissimuler, ou plutôt d'une ignorance de la réponse?

### 3.3. La face cachée de HAARP: entre réalité et spéculations

#### 3.3.1. Les singuliers brevets du principal adjudicataire privé

HAARP est un programme de grande envergure et ses promoteurs insistent volontiers sur le grand nombre de partenaires associés, privés ou universitaires: *University of Alaska, University of Massachussets, UCLA, MIT, Stanford University, Clemso University, Pen State University, University of Tulsa, University of Maryland, Cornell University, SRI International, Northwest Research Associate Inc, Geospace Inc, ...etc.*

Une entreprise occupe cependant, de façon inattendue, un rôle clé dans la mise en œuvre du programme. Suite à une procédure d'appel d'offre publiée par l'*Office of Naval Research*, en 1992, dans le *Commerce Business Daily*, la firme *Advanced Power Technologies Inc. (APTI)* a été sélectionnée pour l'ensemble du développement et de la construction du composant principal des installations de HAARP: le *Ionospheric Research Instrument (IRI)* destiné aux stimulations de zones de l'ionosphère.

APTI<sup>23</sup>, une petite société spécialisée dans des technologies dans les domaines de la défense, de l'énergie et de l'environnement, était à l'époque une filiale du groupe *Atlantic Richfield Company (ARCO)*. ARCO<sup>24</sup>, héritière de

la *Atlantic Petroleum Storage Company* fondée en 1866, est la 7<sup>ème</sup> plus importante compagnie pétrolière aux Etats-Unis, et possède d'énormes gisements de gaz naturel dans les régions retirées de l'Alaska. Ces réserves sont actuellement inexploitablement économiquement, notamment en raison du coup excessif du transport vers les centres de consommation les plus proches. Disposant d'actifs pour 25,3 milliards de dollars, ARCO réalisait, en 1997, un chiffre d'affaires de 19,2 milliards de dollars dont elle dégagait un bénéfice net de 1,77 milliards.

En 1994 cependant, ARCO revend sa filiale APTI, et donc aussi les brevets et le contrat HAARP, à la société E-SYSTEM, spécialisée dans l'électronique de défense, elle-même acquise en 1995 par RAYTHEON. Les raisons de cette cession n'ont fait l'objet d'aucune publicité, mais on peut supposer qu'elle traduit une volonté de ARCO de ne pas s'écarter de son *core business* compte tenu de la nouvelle orientation militaire de APTI.

Une acquisition suivant l'autre (*E-System* en 1995; *Hughes Electronics' defense division, Electrospace Systems* et *Chrysler Technologies Airborne Systems* en 1996, *Texas Instruments' defense division* en 1997, pour ne citer que les dernières) le groupe RAYTHEON est devenu en quelques années une des "mégasociétés" américaines de l'armement. En 1996, elle occupe la huitième place au classement mondial des 100 plus grandes entreprises de l'armement, pèse quelque 75.300 emplois et génère un chiffre d'affaires annuel de plus de 12,3 milliards de dollars (dont 4 milliards réalisés dans la défense) en dégagant un bénéfice net de 761 millions de dollars [SIPRI, 1998].

C'est donc, très logiquement, le géant RAYTHEON, par l'intermédiaire de sa filiale E-SYSTEM, qui poursuit actuellement le développement des installations de HAARP.

Pour l'observateur averti des usages sur les marchés de défense, les conditions d'octroi du marché devaient inévitablement soulever une question troublante. Quelles sont les raisons qui ont motivé l'attribution initiale du marché à APTI, une petite filiale qui se résume à un président à Los Angeles, 25 employés à Washington, et un chiffre d'affaires annuel d'à peine 5 millions de dollars? Le contrat HAARP représentait, en 1992, plus de cinq fois le chiffre d'affaires an-

<sup>23</sup> <http://www.apti.com>

<sup>24</sup> <http://www.arco.com>

nel de cette société, jusqu'alors totalement absente des grands contrats du DoD.

Selon Nick BEGICH, principal représentant de la contestation en Alaska, la réponse ne fait aucun doute, et contribue à renforcer l'hypothèse selon laquelle HAARP a des objectifs militaires bien plus vastes que ceux officiellement reconnus: APTI détiendrait des informations de toute première importance et vitales pour le projet.

Ces informations essentielles seraient en fait une série de douze brevets, déposés entre 1987 et 1993 par des scientifiques du groupe ARCO, mais au nom de la filiale APTI. Tous concernent la haute atmosphère, et la plupart réveillent les projets de *l'Initiative de Défense Stratégique*, la fameuse "Guerre des Etoiles"<sup>25</sup> qui éveilla les passions sous l'administration REAGAN.

Les raisons qui ont amené ARCO à déposer ces brevets sont d'une simplicité désorientante. Dans les années 80, ARCO a engagé quelques consultants chargés de réfléchir à toutes les pistes possibles pour exploiter rapidement et avec profit les réserves de gaz naturel de l'Alaska. L'imagination des scientifiques a fait le reste: puisque le transport coûte cher, autant consommer sur place. Quant à l'exigence de la rentabilité, c'est tout naturellement avec de grands projets militaires qu'elle sera le mieux satisfaite.

<sup>25</sup> *L'Initiative de Défense Stratégique (Strategic Defense Initiative)* est un programme de recherche militaire américain lancé en mars 1983 par le président Ronald Reagan. Baptisé "La Guerre des Etoiles", ce projet avait pour objectif de protéger le territoire des Etats-Unis par un "bouclier" le protégeant des attaques de missiles balistiques intercontinentaux. Ce "bouclier" nécessitait le développement d'un dispositif capable de détruire un missile intercontinental à chaque phase de sa propulsion, au moyen d'un ensemble de rayons à lasers nucléaires placés au sol ou dans l'espace, d'armes à faisceaux de particules et électromagnétiques, de missiles antimissiles, etc... articulés autour d'un réseau de puissants ordinateurs, de détecteurs et de miroirs pour diriger les faisceaux vers les cibles. Contraire au Traité ABM des accords SALT1, contesté par les Soviétiques, d'une faisabilité mise en doute par de nombreux scientifiques, et exigeant des budgets colossaux, le projet fut officiellement abandonné en 1991. La protection du territoire américain contre une attaque de missiles intercontinentaux fait néanmoins toujours l'objet d'intenses travaux dans le cadre de la *Ballistic Missile Defense Organization* (BMDO).

Tous ces brevets ne seront pas décrits ici avec la même précision, mais quelques-uns déchaînent particulièrement les passions en raison des applications militaires et des modifications environnementales majeures qu'ils mentionnent. Nous commencerons par les brevets du géophysicien Bernard EASTLUND<sup>26</sup>. Il est amusant de constater que Bernard EASTLUND a, entre-temps, totalement renié ses anciennes activités liées à la défense, et est aujourd'hui un acteur déterminé de la mouvance opposée au programme HAARP. Certaines des recherches de EASTLUND ont été jadis supportées par la DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) dans le cadre du projet *Alaska North Slope Electric Missile Shield* en 1986. Quelques brevets repris ci-dessous, ou certains de leurs éléments, sont d'ailleurs restés secrets pendant une courte période avant de recevoir une autorisation de publication.

***"Method and Apparatus for Altering a Region in the Earth Atmosphere, Ionosphere and/or Magnetosphere."***

*U.S. Patent Number 4,686,605*

*Date of Patent: August 11, 1987*

*Inventor: Bernard J. EASTLUND*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles, Ca.*

Le brevet décrit une méthode consistant à émettre un rayonnement électromagnétique à partir d'une station terrestre située en un endroit où une ligne de force du champ magnétique intercepte la surface de la terre. Le rayonnement est émis parallèlement à une ligne de force, en direction de la région de la haute atmosphère qu'on se propose de modifier. La fréquence d'émission est basée sur la fréquence d'oscillation des particules chargées, de façon à exciter la fréquence de résonance pour échauffer et accélérer les particules chargées dans leur mouvement hélicoïdal le long de la ligne de force.

La puissance doit être suffisante pour provoquer une ionisation supplémentaire de particules neutres (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, ...) de manière à accroître la densité en particules chargées dans la région visée. Cet effet pourrait être accentué en injectant d'autres particules, depuis des satellites par exemple, qui à leur tour pourraient être ion-

<sup>26</sup> Bernard EASTLUND a créé entre-temps sa propre société: ESEC (*Eastlund Scientific Enterprises Corporation*), <http://www.eastlundscience.com>

sées par le rayonnement et accroître la densité de particules chargées dans le plasma de la région considérée.

Pour obtenir les résultats décrits, et permettre les applications militaires mentionnées ensuite, EASTLUND estime que la puissance générée par l'émetteur au sol doit être de l'ordre de  $10^9$  à  $10^{11}$  Watts, en ondes continues ou impulsions. C'est une puissance considérable, qui n'a pas d'équivalent jusqu'à ce jour; pour fixer l'ordre de grandeur, une puissance de  $10^{11}$  Watts correspond à quelque 27.000 fois la puissance actuellement prévue pour l'émetteur du programme HAARP.

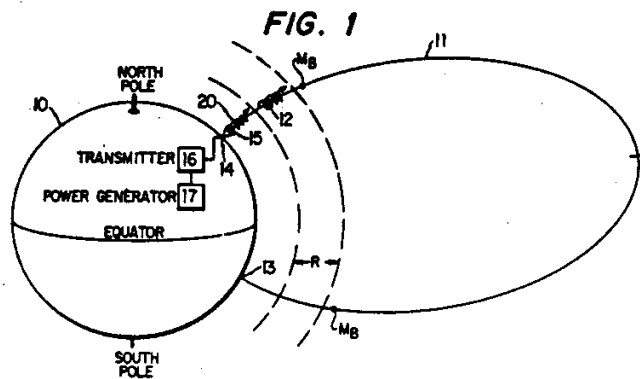
Une telle puissance reste cependant dans le domaine du réalisable, d'autant plus que

EASTLUND insiste sur la nécessité d'installer son dispositif en Alaska, qui combine deux avantages:

1. Aux latitudes les plus basses, les lignes de force du champ magnétique qui interconnectent les deux hémisphères se referment et forment une boucle à des altitudes peu élevées. Les observations sont donc limitées à des effets électromagnétiques locaux, à basse altitude. En se rapprochant des hautes latitudes, vers les pôles, les lignes décrivent une boucle plus large, donc s'élèvent dans l'atmosphère, pour joindre les deux hémisphères. Aux régions polaires, dans l'ovale auroral, les lignes de force qui interceptent le sol restent ouvertes et s'élèvent vers l'espace interplanétaire. Cette situation est optimale aux pôles magnétiques et les géophysiciens décrivent cet endroit comme un "porthole", un lieu où les lignes de force s'élèvent vers l'espace et, par des techniques semblables à celles décrites par EASTLUND, permet des observations et des expériences à des altitudes élevées de l'ionosphère et de la magnétosphère.

Figure 12. Extrait du brevet 4.686.605 de Bernard EASTLUND, décrivant une technique de modification des propriétés de l'ionosphère par l'émission d'une onde HF le long d'une ligne de force du champ magnétique

U.S. Patent Aug. 11, 1987 Sheet 1 of 3 4,686,605



Source: U.S. Patent 4.686.605, 11 Août 1987.

2. Le deuxième avantage est que les territoires de l'Alaska regorgent de réserves

de gaz naturel et de pétrole, difficilement exploitables du fait de leur



éloignement des lieux de traitement et de consommation potentiels. Rappelons que EASTLUND était initialement engagé par ARCO pour examiner les débouchés possibles pour ces ressources; leur consommation sur place aurait évidemment été une aubaine pour ARCO tout en permettant au DoD d'atteindre les puissances nécessaires.

Aucune de ces deux conditions idéales n'est toutefois remplie par HAARP à l'heure actuelle. ARCO n'a, semble-t-il, pas souhaité s'engager dans une telle aventure et sa filiale APTI est passée, avec les brevets, aux mains de RAYTHEON en 1994. Quant au site de Gakona, il n'est pas suffisamment au Nord pour rencontrer toutes les conditions favorables des "porthole". Mais il s'agit probablement d'un choix pratique et économique, le DoD ayant utilisé un territoire qui lui appartenait déjà.

Notons qu'un conflit semblable autour d'un site, entre exigences scientifiques et contraintes économiques et politiques, se pose actuellement pour le choix de l'implantation du nouvel observatoire polaire (*Polar Cap Observatory*, PCO) de la *National Science Foundation* (NSF). Le Congrès insiste pour que ce PCO soit combiné avec les installations existantes de HAARP, à Gakona. Les scientifiques du NSF estiment que les études sur l'atmosphère et l'ionosphère n'ont aucun sens dans cette partie de l'Alaska et n'approuvent pas le choix opéré pour HAARP; ils souhaitent, pour leur part, installer leur observatoire près du pôle géomagnétique, afin de profiter du "porthole", à Resolute Bay, sur l'île de Cornwallis, précisément au pôle nord magnétique situé dans l'Arctique canadien [FEDER, 1998].

Venons-en aux applications militaires décrites par EASTLUND pour les diverses variantes de son invention.

On peut apprendre dans ce brevet que, par une application appropriée des divers aspects de cette invention à des endroits stratégiques et avec les sources de puissance adéquates, il existe un moyen et une méthode pour provoquer

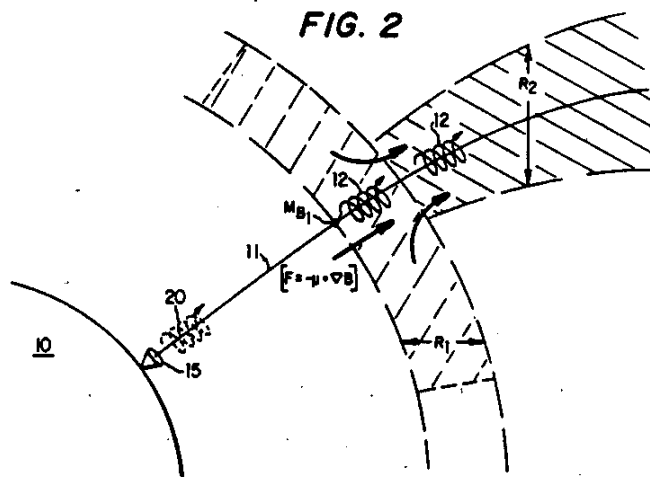
des interférences ou même totalement interrompre les communications sur une très large portion de la terre, avec des implications militaires importantes. La possibilité de transmettre un grand nombre d'ondes électromagnétiques, à des fréquences différentes variant à volonté d'une façon aléatoire, permettrait d'interférer simultanément avec tous les modes de communication, terrestre, naval, aérien ou satellite. Selon l'auteur, la méthode qu'il propose permettrait en outre de maintenir le niveau de l'émission, par des impulsions aléatoires, pendant de longues périodes, et permettrait un bien meilleur contrôle des phénomènes provoqués, ce qui n'était pas le cas des expériences précédentes, en particulier avec les explosions de charges nucléaires réalisées dans les ceintures de radiations. De plus, indique EASTLUND, connaissant les fréquences d'émission, le système permet simultanément de rompre les communications ennemies, tout en s'en servant comme nouveau réseau de communication allié.

Une autre application possible permettrait de détruire tout appareil hostile pénétrant dans l'atmosphère au-dessus d'un territoire à protéger. A condition d'atteindre une puissance d'émission suffisante, l'échauffement et l'ionisation artificielle qui en résulte ont pour effet de "soulever" littéralement une partie de l'atmosphère vers une altitude plus élevée, et inattendue pour l'appareil qui rencontrerait un profil de densité différent opposant une résistance suffisante pour le détruire ou dévier un missile par exemple (voir figure 13).

Des modifications climatiques seraient également possibles, par exemple en modifiant les profils des vents, en modifiant l'absorption des rayonnements solaires par la création de couches artificielles de particules atmosphériques, ou en modifiant la composition moléculaire de l'atmosphère.

Parmi les applications positives de son invention, EASTLUND perçoit la possibilité d'accroître la quantité d'ozone stratosphérique, et la destruction possible de certains radicaux ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , ...). Une telle application s'avère cependant très spéculative compte tenu de la quantité d'énergie nécessaire pour la formation de l' $\text{O}_3$ .

Figure 13. **Extrait du brevet 4.686.605 de Bernard EASTLUND, décrivant une technique d'augmentation de la densité d'une région de l'ionosphère**



Source: U.S. Patent 4.686.605, 11 Août 1987.

**"Method for Producing a Shell of Relativistic Particles at an Altitude above the Earth's Surface."**

United States Patent Number: 5,038,664

Date of Patent: August 13, 1991

Inventor: Bernard J. EASTLUND

Assignee: APTI, Inc., Los Angeles, Ca.

Cet autre brevet, déposé en 1991 par EASTLUND, décrit un procédé pour créer une zone très dense de plasma de très grande énergie à une altitude d'environ 1.500 km. Il nécessite un émetteur d'une puissance de plus de  $10^{10}$  watts qui pourrait être alimenté par une centrale nucléaire, une centrale hydroélectrique ou une centrale dans une région où de grandes quantités de combustibles fossiles sont disponibles. L'invention prétend résoudre le problème des armes à faisceau de particules décrites à cette époque, et qui nécessitent en effet un ciblage parfait de l'objectif pour pouvoir le détruire. La technique de EASTLUND permettrait de former une enveloppe de particules relativistes (de très haute énergie) qui endommagerait ou détruirait tout missile qui essaie de la franchir.

**"Method and Apparatus for Creating a Artificial Electron Cyclotron Heating Region of Plasma."**

United States Patent Number: 4,712,155

Date of Patent: December 8, 1987

Inventor: Bernard J. EASTLUND and Simon RAMO

Assignee: APTI, Inc., Los Angeles, Ca.

Dans ce brevet également, l'Alaska est présenté comme l'endroit idéal. Il traite aussi de méthodes d'échauffement de l'ionosphère qui permettraient d'influencer les climats ou de perturber des communications radio. Le document se réfère notamment au physicien Nikola TESLA, le père du courant alternatif, qui dès le début du 20<sup>ème</sup> siècle, a publié de nombreux travaux relatifs à la transmission d'énergie sans fil conducteur, et qui déjà insistait sur les applications militaires de ses inventions.

**"Power Beaming System."**

United States Patent Number: 5,068,669

Date of Patent: November 26, 1991

Inventor: Peter KOERT and James T. CHA

Assignee: APTI, Inc., Los Angeles, Ca.

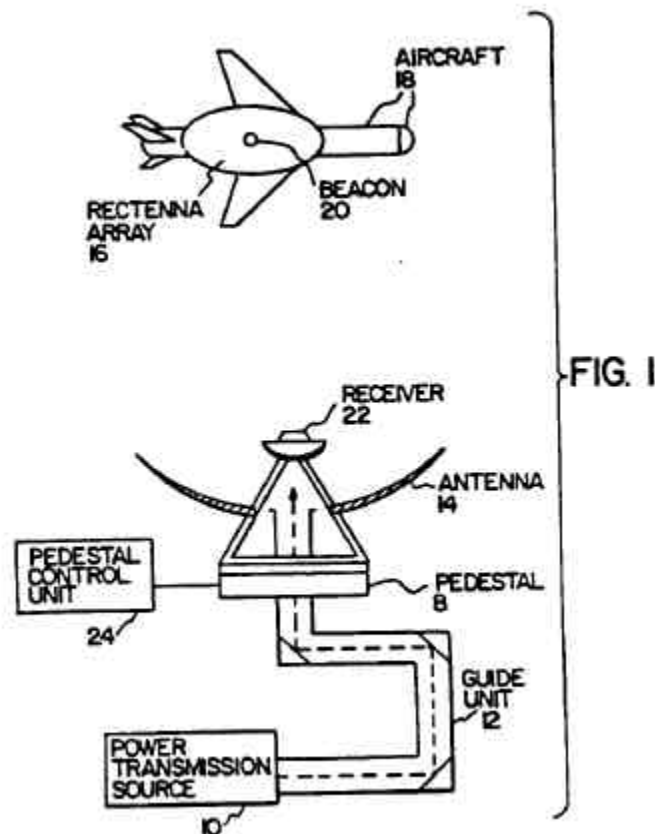
Ce brevet décrit un système permettant de transmettre, par ondes électromagnétiques, l'énergie nécessaire à un équipement situé à distance. L'invention consiste à émettre un signal électromagnétique à très haute fréquence, au moins 10 GHz selon KOERT, en direction de l'appareil à alimenter, ce dernier étant équipé d'un ensemble d'antennes de réception pour recevoir et redresser le signal en une source d'énergie DC.

Ce transport d'énergie DC sans conducteur permettrait, selon les auteurs de l'invention, d'alimenter en permanence et à faible coût des plates-formes de communications ou de reconnaissance.

Selon Nick BEGICH, la société ARCO a testé ce concept au début des années 90 en maintenant en vol, pendant 10.000 heures à 80.000 pieds et sans carburant, un petit avion

alimenté par l'énergie électrique DC redressée à partir d'un rayonnement micro-onde dans l'axe duquel il évoluait. Ces expériences auraient été menées sur l'aérodrome de *Tyendinga Airport* près de Kingston, dans l'Ontario au Canada.

Figure 14. Extrait du brevet 5.068.669 de Peter KOERT and James T. CHA, décrivant une technique de transport d'énergie



Source: U.S. Patent 5.068.669, 26 novembre 1991.

***"Power Beaming System with Printed Circuit Radiating Elements having Resonating Cavities."***

*United States Patent Number: 5,218,374*

*Date of Patent: June 8, 1993*

*Inventor: Peter KOERT and James T. CHA*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles Ca.*

Déposé deux ans plus tard, et basé sur le même principe que le précédent, ce brevet améliore le dispositif permettant le redressement DC du signal HF émis.

***"Lightweight Focusing Reflector for Space."***

*United States Patent Number: 5,202,689*

*Date of Patent: April 13, 1993*

*Inventor: Robert W. BUSSARD and Thomas H. WALLACE*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles Ca.*

Ce brevet, qui ne date que de 1993, ressort une idée que l'on pensait pourtant enterrée avec *l'Initiative de Défense Stratégique*. Il décrit un dispositif utilisant un miroir réflecteur placé en orbite à 45.000 km d'altitude, et servant de station relais pour le transport d'énergie entre deux points terrestres distants de plusieurs milliers de kilomètres.

L'émetteur serait situé en un point où l'on dispose de grandes réserves énergétiques, du pétrole ou du gaz naturel: à nouveau, ne perdons pas de vue que ces brevets sont le résultat de recherches réalisées par APTI pour sa maison mère ARCO, à la recherche de débouchés pour ses gisements de gaz en Alaska.

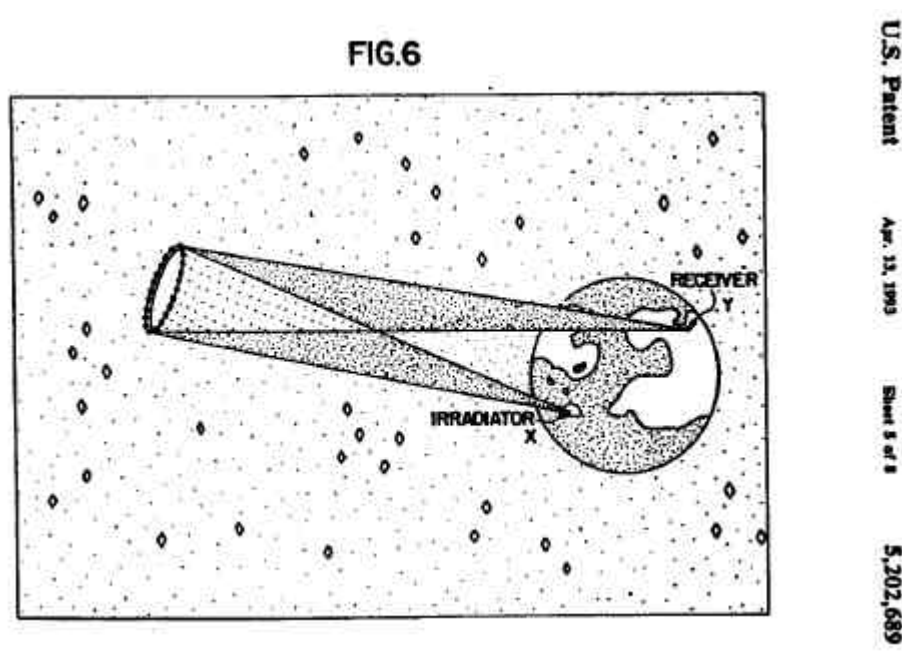
Le récepteur est le point du globe où l'énergie devra être consommée: une usine ou un centre urbain indique par exemple le brevet. Sans préjuger de la faisabilité de ce système, on en perçoit évidemment tout l'intérêt militaire: ce "point de consommation" peut tout aussi bien être un théâtre d'opérations militaires, éliminant ainsi les difficultés d'approvisionnement en carburant.

Le miroir, d'un diamètre de 500 mètres, serait constitué d'une membrane déformable permettant de faire varier la focale selon la distance à laquelle se trouve le récepteur. L'émetteur devrait fournir une puissance de 10 GW à

une fréquence de 35 GHz. Le signal atteindrait le réflecteur avec une puissance de 51 kW/m<sup>2</sup> et serait ensuite renvoyé vers le récepteur au sol. Dans d'autres applications ce récepteur ne doit pas nécessairement se trouver sur terre, indiquent les inventeurs. Ils estiment aussi que ce système permettrait de transmettre de grandes puissances à des coûts plus intéressants que l'utilisation de micro-ondes dans l'atmosphère (référence aux brevets de KOERT).

Une analyse des coûts aurait mis en évidence que, dans la mesure où le coût du lancement de matériel en orbite a tendance à baisser, la transmission d'énergie par ce principe deviendrait rapidement plus intéressante que la transmission par les lignes conventionnelles. Ces projections économiques, réalisées pour la période 2000-2010, indiquent que le facteur limitant ne serait pas le coût de réalisation du miroir, mais celui de la construction d'un générateur suffisamment puissant.

Figure 15. Extrait du brevet 5.202.689 de Robert W. BUSSARD and Thomas H. WALLACE, décrivant un miroir relais en orbite pour le transfert d'énergie



Source: U.S. Patent 5.202.689, 13 avril 1993.

Sachant que le coût d'un gazoduc TransAlaska pour l'acheminement du gaz naturel vers les zones de consommation continentales a été estimé à 20 milliards de dollars, hors coût d'exploitation et sans compter les infrastructures

nécessaires à chaque extrémité, l'option "trans-orbitale" paraît donc économiquement réaliste, à défaut de l'être techniquement. Mais que se passerait-il si un appareil traversait l'axe de ces rayonnements, ou si une orientation incorrecte

du miroir déviait l'énergie du récepteur qu'elle est censée atteindre? Cet aspect n'est évidemment pas abordé dans cet étonnant brevet.

***"Artificial Ionospheric Mirror Composed of a Plasma Layer which can be Tilted."***

*United States Patent Number: 5,041,834*

*Date of Patent: August 20, 1991*

*Inventor: Peter KOERT*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles Ca.*

Cet autre brevet déposé par Peter KOERT concerne également la création de couches artificielles de plasma dans l'atmosphère. Les miroirs ionosphériques artificiels (*Artificial Ionospheric Mirror*, AIM) ainsi créés dans la zone d'intersection de deux rayonnements HF sont en outre réglables en inclinaison et en altitude (entre environ 60 et 90 kilomètres).

La création d'un AIM à une altitude inférieure à 90 km était l'un des objectifs évoqués dans les premiers *Technical Memorandum* du programme HAARP. Les premières expériences pratiques de création d'un AIM ont eu lieu en septembre 1995 en croisant les émissions de la station HIPAS (Fairbanks, Alaska) et de celle de HAARP, travaillant encore à puissance réduite [BEGICH, 1995].

***"Creation of Artificial Ionization Clouds Above the Earth."***

*United States Patent Number: 4,999,637*

*Date of Patent: March 12, 1991*

*Inventor: Ronald M. BASS*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles Ca.*

Cette invention dérive partiellement des travaux de EASTLUND et décrit également comment créer un nuage de plasma dans l'atmosphère, à l'intersection de deux signaux HF émis depuis le sol. Cette zone d'ionisation artificielle, plus stable que l'ionosphère, améliorerait la fiabilité des transmissions OTH.

***"Defense System for Discriminating Between Objects in Space."***

*United States Patent Number: 4,817,495*

*Date of Patent: April 4, 1989*

*Inventor: Adam T. Drobot*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles Ca.*

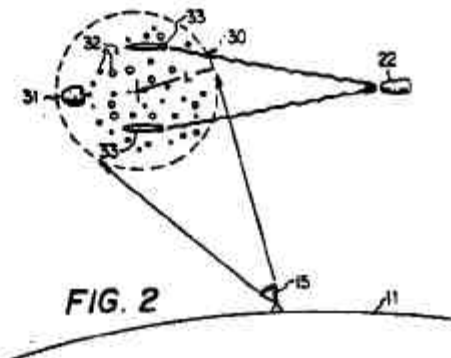
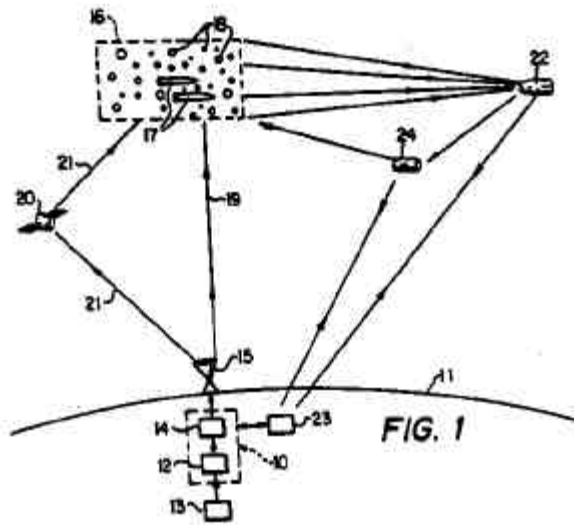
Cette invention concerne un système de défense contre une attaque massive de missiles balistiques intercontinentaux. La difficulté en cas d'attaque de ce type consisterait à établir une discrimination rapide entre un grand nombre d'objets entrant dans l'espace à protéger: outre les missiles armés, une attaque comprendrait aussi de nombreux leurres ou d'aides à la pénétration, qu'il serait superflu de détruire. Le concept de base revient à "baigner" ces véhicules entrants dans un nuage de plasma qui permettra de décoder la signature de chaque objet.

Le dispositif comporte un générateur HF basé au sol. Selon le document, ce générateur devrait émettre un signal de très forte puissance, de l'ordre de  $10^{12}$  Watts, dans une gamme de fréquence entre 1 MHz et 2GHz, vers la zone de l'atmosphère dans laquelle la menace a été identifiée. L'auteur indique par ailleurs que la fréquence de travail idéale serait de 10 MHz pour atteindre les régions souhaitées et éviter une absorption excessive dans la région D.

Les objets auront donc à traverser une zone formant un bouclier d'électrons libres accélérés d'une énergie, au minimum, supérieure à 5 millions d'électronvolts (idéalement entre 10 et 50 MeV). L'interaction de ces électrons relativistes avec les matériaux des objets à détecter produira des rayons X et  $\gamma$  qui sont proportionnels à la masse de l'objet et correspondent à sa signature. Un détecteur situé à distance (10 à 1.000 km) et comportant un télescope compteur de photons, interprète ces signatures, ignore les signaux faibles correspondant aux dispositifs non armés, et transmet l'information aux systèmes d'armes chargés de l'acquisition et de l'interception des missiles armés.

Figure 16. Extrait du brevet 4.817.495 de Adam T. DROIBOT, décrivant un système permettant la discrimination rapide entre objets pénétrant l'espace.

U.S. Patent Apr. 4, 1989 Sheet 1 of 2 4,817,495



Source: U.S. Patent 4.817.495, 4 avril 1989.

Ce système de défense est donc basé au sol (hormis peut-être le compteur de photons) et, contrairement aux projets de l'IDS, ne dépend donc pas d'équipements complexes et vulnérables placés en orbite. Le brevet précise que ce système de discrimination devrait être installé le long des corridors les plus probables pour la trajectoire des ICBM. L'auteur en conclut que le système pourrait dès lors être basé en Alaska, où prévalait une combinaison unique de facteurs favorables. D'une part, le nord de l'Alaska était la meilleure localisation géographique d'un point de vue stratégique puisqu'en 1989 la menace était toujours soviétique; cet argument a bien sûr perdu de son poids aujourd'hui. Et, d'autre part, les grandes réserves de gaz naturel de cette région résolvent le problème crucial des ressources énergétiques nécessaires pour l'alimentation du générateur.

**"Nuclear Sized Explosions without Radiations."**

United States Patent Number: 4,873,928

*Date of Patent: October 19, 1989*

*Inventor: Frank E. LOWTHER*

*Assignee: APTI, Inc., Los Angeles Ca.*

F.E. LOWTHER décrit dans son brevet un procédé pour provoquer, à partir d'un mélange gazeux (méthane-oxygène), une explosion dont l'onde de choc serait comparable à celle d'une explosion nucléaire, mais sans produire de retombées radioactives.

Ces recherches sont justifiées par le fait que, vu le Traité NTBT de 1963 interdisant les explosions nucléaires atmosphériques, dans l'espace et sous l'eau, tous les équipements militaires développés après 1963 n'ont jamais pu être testés dans leurs conditions extrêmes d'utilisation, c'est-à-dire en cas de guerre nucléaire.

Nous savons, entre-temps, que l'objectif n'est pas seulement de tester la résistance des équipements alliés aux chocs nucléaires, mais

que plusieurs programmes travaillent actuellement au développement d'armes à impulsions électromagnétiques suffisamment puissantes pour détruire les systèmes électroniques ennemis. Les premières validations de telles armes ont eu lieu contre l'Irak en 1991.

LOWTHER propose de réaliser de tels tests avec des explosions chimiques classiques. Le problème central est, ici encore, la disponibilité d'une source d'énergie suffisante. Selon l'auteur, une explosion équivalente à 1 Kilo-Tonne de TNT nécessiterait environ 422.000 m<sup>3</sup> d'un mélange composé de 50% CH<sub>4</sub> et 50% O<sub>2</sub>. Il propose donc lui aussi d'installer une telle infrastructure de test en Alaska afin de profiter du méthane qui y est abondant dans de grandes zones désertiques.

Bien qu'il semble établi que ce brevet n'a aucun lien direct avec le programme HAARP, il méritait néanmoins d'être mentionné pour en dénoncer les conséquences les plus perverses:

- le gaspillage de ressources naturelles qu'il implique, ce en quoi il ne se distingue malheureusement pas des précédents;
- les perturbations catastrophiques que ces explosions peuvent provoquer dans les écosystèmes du grand Nord, qui contrairement aux sous-entendus du brevet, n'est pas une grande étendue désertique où tout est permis, mais qui abrite au contraire un biotope extrêmement riche et une population de quelque 9.000 autochtones.

Le DoD persiste à nier toutes relations entre ces brevets détenus par APTI et le programme HAARP. Comment expliquer alors l'acquisition du nain APTI, totalement étranger aux technologies et marchés de défense, par E-SYSTEM, un géant de l'électronique de défense qui réalise l'essentiel de son chiffre d'affaires sous le couvert de contrats classifiés pour le DoD, la NSA ou la CIA?

La relation entre HAARP et ses brevets semble la plus plausible, sinon évidente. Et c'est naturellement la thèse défendue avec force par tous les opposants les plus déterminés au projet. Les brevets américains sont généralement protégés pendant 20 ans avant de tomber dans le domaine public. Si les brevets de APTI étaient réellement nécessaires aux programmes du

DoD, la solution consistait soit à les acheter, soit à fusionner APTI dans un grand groupe de défense. C'est cette dernière solution que choisit E-SYSTEM.

### 3.3.2. HAARP et les grands projets militaires de l'après-guerre

Plusieurs experts indépendants, et de grande réputation, défendent la thèse selon laquelle le programme HAARP n'est pas seulement un programme isolé destiné uniquement à explorer l'ionosphère ou, pour les plus crédules, à réparer le trou dans la couche d'ozone. Lorsqu'on replace HAARP dans un contexte historique, ou lorsqu'on l'analyse à la lumière des projets du futur laboratoire spatial américain (*Spacelab*) et des théories circulant sur la *Future Warfare*, la synergie qui peut se dégager de ces multiples aventures se présente effectivement sous un jour alarmant.

Transférer des quantités extrêmement grandes d'énergie, comparables à celles dégagées par une bombe nucléaire, en n'importe quel point du globe, via l'espace, au moyen de lasers ou de faisceaux de particules, n'est plus une hérésie dès lors qu'on associe les résultats d'un demi-siècle de recherches, les laboratoires de l'*U.S. Air Force* et de la *Navy*, des stations telles que HAARP ou HIPAS, et une base spatiale comme *Spacelab*.

Une telle perspective peut faire frissonner. C'est en tout cas le point de vue de Rosalie BERTELL, actuellement présidente du *International Institute of Concern for Public Health* (Toronto, Canada), mais aussi ancienne proche conseillère scientifique du président Jimmy CARTER pour les technologies de défense dans les années 70. BERTELL a identifié une dizaine de projets militaires, depuis les années 50, dont la combinaison des résultats pourrait se révéler désastreuse. Nous les examinerons succinctement ci-dessous.

- **Project ARGUS (1958)**

Au cours des mois d'août et septembre 1958, l'*U.S. Navy* a procédé, clandestinement, à l'explosion de trois bombes nucléaires dans l'atmosphère, au-dessus de l'océan Atlantique Sud, à environ 1800 km au large des côtes de la ville du Cap (Afrique du Sud).

Cette série de tests, réalisée dans le plus grand secret, a été baptisée *Operation ARGUS*. Les charges nucléaires (ARGUS I le 27/08/58, ARGUS II le 30/08/58 et ARGUS III le 06/09/58), étaient installées sur des missiles balistiques X-17a tirés à partir du *USS Norton Sound*. Les trois charges, entre 1 et 2 Kt, ont explosé à environ 480 km d'altitude, dans la ceinture de radiation interne découverte, la même année, par Van Allen.

L'opération, considérée par le DoD et la Commission américaine pour l'énergie atomique comme "la plus grande expérience scientifique jamais entreprise" [BERTELL, 1996], avait pour objectif de fournir des informations sur les particules chargées piégées dans les lignes de force du champ magnétique terrestre afin d'évaluer l'impact de l'impulsion électromagnétique d'une explosion nucléaire à très haute altitude sur les systèmes de communication et les performances des missiles balistiques.

L'expérience eut pour conséquence la création d'une ceinture de radiation temporaire enveloppant pratiquement le globe entier et la création d'importantes aurores artificielles lorsque les particules précipitaient dans l'atmosphère près des pôles. L'injection d'électrons et de particules énergétiques dans l'ionosphère fut suffisante pour provoquer des effets sur les télécommunications à l'échelle planétaire pendant d'assez longues périodes.

C'est de cette époque que date l'idée militaire de "remplacer" l'ionosphère par un bouclier artificiel, jouant le même rôle pour les télécommunications, mais indépendant des fluctuations et perturbations naturelles. Au début des années 60, les militaires américains ont envisagé de créer, à 3.000 km d'altitude, une zone de réflexion constituée de plusieurs milliards d'aiguilles de cuivre placées en orbite sur une épaisseur de 10 km et 40 km de large. Le projet fut toutefois abandonné, sous l'extrême pression de nombreux scientifiques.

- **Project STARFISH (1962)**

Les Etats-Unis entreprirent une nouvelle série d'explosions nucléaires ionosphériques en 1962. Le 19 juillet 1962, suite à l'explosion du 9 juillet, la NASA annonçait qu'une nouvelle ceinture de radiation avait été formée, s'étendant de 400 à 1.600 km environ, comme une extension de la ceinture interne de Van Allen.

Plus tard dans l'année, l'Union soviétique entreprit une série de tests identiques, créant des ceintures de radiation artificielle entre 7.000 et 13.000 km d'altitude.

Selon BERTELL, les flux de particules dans la ceinture interne de Van Allen ont été significativement modifiés par les explosions ionosphériques russes et américaines de l'année 1962, et ne sont jamais revenues à leur état initial. Selon des scientifiques américains ayant participé à ces expériences, une restabilisation des ceintures de Van Allen pourrait prendre plusieurs siècles [BERTELL 1996].

- **Project SOLAR POWER SATELLITE, SPS (1968)**

Les transferts d'énergie dans l'espace, dont certains brevets déposés par APTI au début des années 90 relancent l'idée, sont un vieux rêve. En 1968, l'armée américaine a proposé de placer en orbite géostationnaire (environ 36.000 km), des satellites qui pourraient intercepter le rayonnement solaire et le transmettre par un faisceau micro-onde à des antennes réceptrices (*rectenna*) sur terre.

Le Congrès mandata le département de l'Energie (DoE) et la NASA pour la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement. Le projet *Solar Powered Satellite* envisageait la construction de 60 satellites, de la taille de l'île de Manhattan, et d'un réseau d'antennes de 145 km<sup>2</sup> dans une zone totalement désertique. Estimé, en dollars de 1968, à un coût entre 500 et 800 milliards de dollars, le projet était censé assurer 10% des besoins énergétiques des Etats-Unis en 2025. Le coût du projet, comme du kW produit, se révéla totalement démesuré et le projet en resta là. Il revint cependant à la surface une dizaine d'années plus tard, sous l'administration REAGAN, en raison de ses implications militaires.

- **SATURN V (1975)**

En 1975, un mauvais fonctionnement entraîna la destruction de la fusée Saturne V à environ 500 km d'altitude. Cet accident permit à la NASA d'observer des phénomènes assez inattendus, dont une extraordinaire lumines-



cence et un grand "trou" dans l'ionosphère caractérisé par une réduction du nombre d'électrons de l'ordre de 60%. Conséquence: toutes les télécommunications s'avèrent impossibles, pendant plusieurs heures, dans un rayon d'environ 1.000 km au-dessus de l'océan Atlantique. Entre 1975 et 1981, la NASA et les militaires tentèrent plusieurs procédés pour reproduire délibérément ces phénomènes dans l'ionosphère [BERTELL, 1996].

- **SPS MILITARY IMPLICATIONS (1978)**

Le projet *Solar Powered Satellite* a été réexaminé à partir de 1978, sous la présidence de Jimmy CARTER. Rosalie BERTELL, qui affirme l'existence d'un lien entre ces anciens projets et HAARP, faisait à cette époque partie du groupe d'experts chargés de définir l'utilité militaire du programme SPS.

L'une des idées émises était que le faisceau micro-onde renvoyé par le satellite pouvait être dirigé, non vers ses antennes réceptrices, mais vers des troupes ennemies (ou du matériel) et utilisé donc comme une arme antipersonnel invisible en utilisant une longueur d'onde de l'infrarouge. D'autres applications envisagées nous rapprochent cependant beaucoup plus des domaines auxquels s'intéresse le programme HAARP. Le rayonnement solaire capté par les SPS, et réémis de diverses manières, devait permettre, selon les experts de l'époque [BERTELL, 1996],

- de modifier la structure physique de l'ionosphère;
- de transmettre l'énergie nécessaire sur les théâtres d'opérations militaires en n'importe quel point de la Terre;
- d'établir des liaisons ELF avec les sous-marins;
- d'interférer avec les télécommunications ennemies;
- de fournir un système de surveillance et d'alerte, grâce notamment aux plates-formes habitées qui devaient compléter le système.

Le président CARTER donna son feu vert, en dépit des réserves de plusieurs scientifiques, dont Rosalie BERTELL. L'opposition vint

finalement du Congrès: le projet, considéré comme un projet "énergie" et non "militaire", dépassait de loin le budget total du DoE.

C'est cependant ce même projet que le président Ronald REAGAN, arrivé en 1981 à la Maison Blanche, déplaça vers le budget du DoD. En réhabilitant le projet SPS, REAGAN donnait le coup d'envoi de son ambitieuse *Initiative de Défense Stratégique*, qui restera *Star Wars* dans toutes les mémoires.

- **ORBIT MANOEUVRING SYSTEM (1981)**

En 1981, la mission *Spacelab 3* de la navette spatiale effectua une série de passages au-dessus de cinq stations terrestres d'observation afin d'examiner quels effets avait sur l'ionosphère l'injection des gaz du système de manoeuvre orbital (*Orbital Manoeuvring System*, OMS).

La NASA constata des diminutions très importantes de densité et entreprit d'en examiner les conséquences sur les ondes ELF/VLF.

- **INNOVATIVE SHUTTLE EXPERIMENTS (1985)**

La navette spatiale lancée en 1985 prévoyait explicitement une série de tests à partir des injections des gaz du OMS pour "causer une diminution soudaine dans la concentration du plasma, créant un soi-disant trou dans l'ionosphère" [BERTELL, 1996].

Selon BERTELL, l'allumage de l'OMS pendant 47 secondes le 29 juillet 1985 (avec un échappement sur 830 km), produisit dans l'ionosphère le trou le plus large et le plus persistant jamais observé. La décharge des gaz pendant 6 secondes, sur 68 km, en août 1985, donna naissance à une luminescence sur 400.000 km<sup>2</sup>.

- **MIGHTY OAKS (1986)**

Les recherches actives, dans le cadre des programmes d'armes à énergie dirigée, pour provoquer des impulsions électromagnétiques intenses autrement que par explosions nucléaires (afin d'éviter les retombées radioactives mais

aussi pour contourner les nombreux traités), s'expliquent aussi par la nécessité d'éviter de nouvelles catastrophes.

En avril 1986, en effet, sur la site de *Mighty Oaks* dans le Nevada, l'explosion souterraine d'une bombe à hydrogène, destinée à expérimenter le principe d'une arme à faisceau de particules, tourna à la catastrophe lorsqu'une des portes de la chambre d'explosion se referma une fraction de seconde trop tard. L'énergie dégagée provoqua des dégâts matériels pour des millions de dollars, et les gaz radioactifs s'échappèrent dans l'atmosphère.

Des années plus tard les langues se délient, et il semble aujourd'hui que cet "incident" militaire soit responsable d'une bonne partie des retombées radioactives en Amérique du Nord, alors que celles-ci avaient été attribuées uniquement à l'accident de Tchernobyl survenu à quelques jours d'intervalle, le 26 avril 1986.

- ***POKER FLAT ROCKET LAUNCH (1968 à aujourd'hui)***

Depuis 1968, l'Institut de Géophysique de l'Université de l'Alaska exploite, dans le cadre d'un contrat de la NASA, le site du *Pocket Flat Research Range* (PFRL) à 50 km au nord de Fairbanks. Plusieurs fusées ont été lancées à partir de ce site, généralement équipées de *Chemical Release Modules* (CRM), afin d'analyser les réactions chimiques dans l'atmosphère et d'étudier les changements climatiques globaux.

Diverses substances ont ainsi été relâchées dans l'ionosphère. En mars 1989 par exemple, de grandes quantités de baryum (Ba) lâchées par quatre fusées au-dessus du Canada, engendrèrent des nuages artificiels de haute altitude visibles jusqu'à Los Alamos au Nouveau Mexique.

- ***HIPAS***

Figure 17. **Programmes sur l'atmosphère, les climats ou les communications impliquant l'Institut de Géophysique de l'Université de l'Alaska**

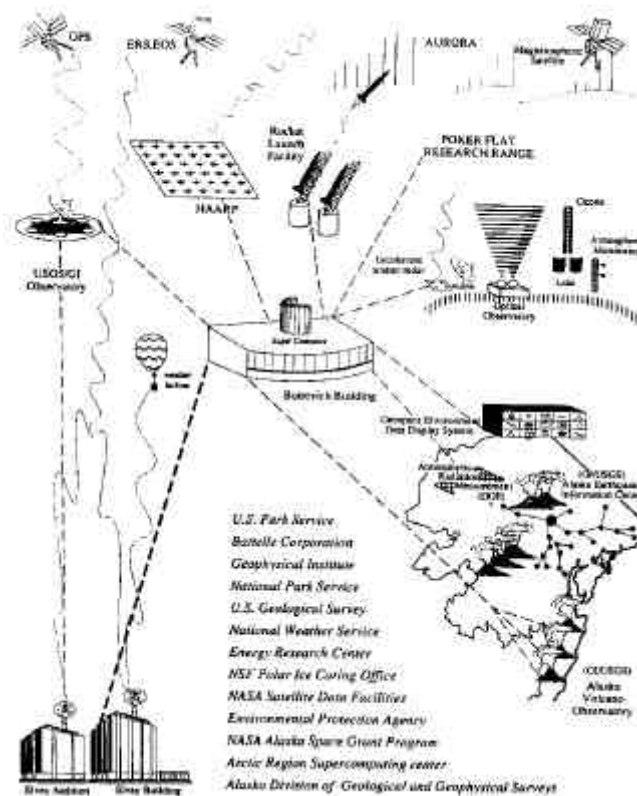
La station HIPAS (*High Power Auroral Stimulation*), à Fairbanks, et donc voisine du PFRL comme de HAARP, est également un site de recherche scientifique sur l'ionosphère. Gérée par l'Université de l'Alaska, elle n'a aucune vocation militaire.

HAARP et HIPAS conduisent cependant de nombreux tests en communs depuis 1995, et la combinaison des deux stations permettra la vérification de plusieurs applications militaires décrites dans la documentation, notamment la création de miroirs ionosphériques artificiels au-dessous de 90 km, grâce au croisement des émissions des deux sites.

L'Institut de Géophysique de l'Université de l'Alaska occupe une position centrale dans l'ensemble des programmes américains d'études les plus récents sur l'atmosphère et les changements climatiques. La figure 17, issue de son rapport annuel 1991-1992, donne un aperçu des programmes auxquels elle participe. Sa position privilégiée près du pôle explique évidemment cette spécialisation.

L'évocation de quelques projets militaires, ou découvertes fortuites, de ces quarante dernières années démontrent suffisamment tout l'intérêt que représente l'expertise des scientifiques de l'Université de l'Alaska pour les militaires; HAARP, HIPAS ou le PFRL sont une autre illustration de cet intérêt.

Lorsqu'on couple, à ces programmes militaro-scientifiques, les recherches sur les plasmas, l'antimatière, les armes à énergie dirigée, les armes biologiques basées sur les ondes électromagnétiques, ou d'autres armes du futur développées dans le secret des laboratoires militaires, les mises en garde et les craintes exprimées par Rosalie BERTELL prennent toute leur dimension. Les faits sont difficiles à établir, car le secret est la règle pour ces programmes, mais il existe suffisamment d'indices pour qu'on ne puisse plus parler de simples spéculations.



Source: BEGICH, 1995

3.3.3. HAARP et les scénarios militaires du futur

Le rapport *Air Force 2025* a été présenté dès l'introduction de ce travail. Les auteurs y exposent leur perception des techniques de modifications environnementales, dont la plupart impliquent l'injection d'énergie ou d'éléments chimiques dans les processus météorologiques, de la façon adéquate, au bon endroit et au bon moment. Ce set de techniques d'intervention est décrit sommairement au chapitre 4 du rapport *Air Force 2025*. Dans ce chapitre, les auteurs abordent successivement les techniques d'intervention sur les précipitations, le brouillard, les orages et les ouragans, la création d'un temps artificiel, ainsi que l'exploitation de l'espace proche ("*NearSpace*") et une suprématie dans le domaine des télécommunications. Nous avons déjà abordé la plupart de ces aspects.

Revenons toutefois sur les deux derniers points, espace et télécommunications, car ils font explicitement référence à la nécessité de pouvoir mieux comprendre et modifier des parties de l'ionosphère. Deux chapitres discutent les raisons pour lesquelles le contrôle et la capacité de modifier l'environnement de l'espace proche

et de l'ionosphère sont essentiels pour améliorer les capacités militaires de communications, la sensibilité des systèmes et les capacités de navigation, et/ou détériorer celles de l'ennemi.

Les techniques de domination dans le domaine des télécommunications, grâce à une modification de certaines parties de l'ionosphère, occupent une place centrale dans ce rapport. Pourtant, bien que publié en 1996, alors que la station de Gakona est déjà en construction depuis trois ans et partiellement opérationnelle, le rapport *Air Force 2025* ne mentionne à aucun moment l'existence du programme HAARP.

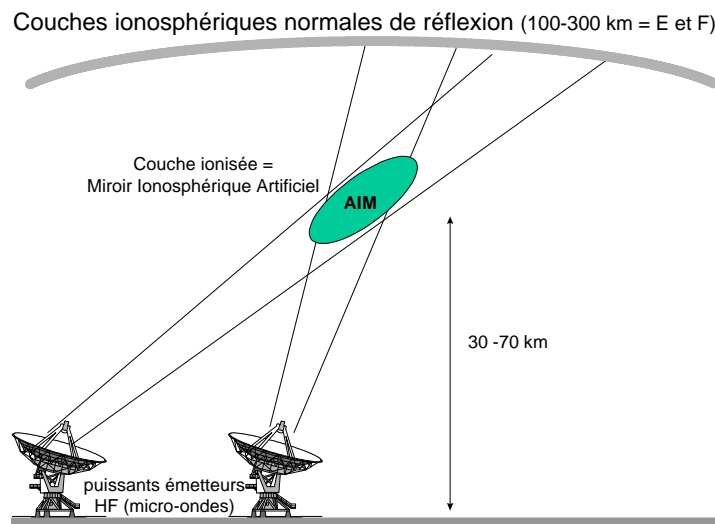
Dans le paragraphe consacré à ces techniques, les auteurs affirment que "la modification de l'ionosphère pour améliorer ou détériorer des communications est récemment devenue le sujet d'une active recherche" [HOUSE, 1996]. Deux méthodes sont décrites et retiendront notre attention.

1. Miroirs ionosphériques pour les communications ou les transmissions radar au-delà de l'horizon (OTH, *Over-The-Horizon*)

Le désavantage de l'ionosphère en temps que médium pour la transmission des rayonnement haute fréquence est son instabilité, due aux variations du temps dans l'espace, aux éruptions solaires ou aux tempêtes géomagnétiques. Les militaires, et notamment les Soviétiques dès le milieu des années 70, ont dès lors imaginé de créer des miroirs ionosphériques artificiels (AIM, *Artificial Ionospheric Mirror*). Ce concept, déjà évoqué dans les pages précédentes, a été détaillé dans une publication de 1990 qui décrit comment contrôler avec précision la

situation et l'altitude (entre 30 et 70 km) d'une région de l'ionosphère où l'ionisation serait produite artificiellement par un croisement de rayonnements de micro-onde (figure 18). L'intersection des faisceaux ferait office de miroir pour la transmission OTH. D'après les travaux cités, un AIM pourrait théoriquement réfléchir des signaux de fréquences allant jusqu'à 2 GHz, ce qui serait mieux que les propriétés naturelles de l'ionosphère. En générant un grand nombre de AIM alignés sur des fréquences différentes, il serait en outre possible aussi d'étendre considérablement les bandes passantes disponibles.

Figure 18. **Emission croisée d'ondes HF pour créer un Miroir Ionosphérique Artificiel**



source: HOUSE (1996)

## 2. Interruption des communications et des radars par le contrôle de l'ionosphère

Puisque la transmission des ondes HF est directement dépendante des propriétés de l'ionosphère, on peut concevoir qu'une région où l'ionisation serait créée artificiellement pourrait perturber ou interrompre les transmissions électromagnétiques de la partie adverse. Mais, précise le rapport, même en l'absence d'une région artificiellement ionisée, des variations HF peuvent provoquer des variations de l'ionosphère à grande échelle qui altèrent les caractéristiques de propagation HF. Il est donc fondamental de pouvoir contrôler ces variations puisque tant une amélioration qu'une dégradation des communications sont possibles. De plus, sur

le plan militaire, il serait impossible de distinguer ce type d'interférence offensive d'une perturbation liée à un phénomène naturel.

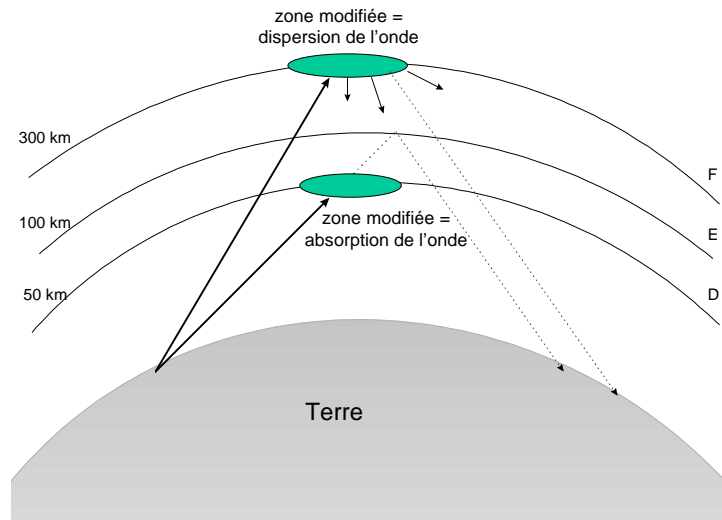
Les communications VHF, UHF, et SHF des satellites pourraient être perturbées ou interrompues en créant une scintillation artificielle d'une partie de l'ionosphère qui causerait une fluctuation dans la phase et l'amplitude des ondes radios sur une très large bande de fréquences (de 30 MHz à 30 GHz). Ces scintillations seraient provoquées par des irrégularités dans la densité en électrons, dues aux variations d'un signal HF. L'ampleur de ces irrégularités déterminant quelles fréquences seront affectées, c'est donc le contrôle de celles-ci qui domine la recherche actuelle.

*A contrario*, les recherches devraient aussi permettre de savoir comment réduire l'ampleur des irrégularités naturelles de l'ionosphère. Les figures 19 décrivent le type de dégradations des télécommunications envisagées par les auteurs avec ces techniques. La figure 19a nous montrent le scénario d'une atténuation, absorp-

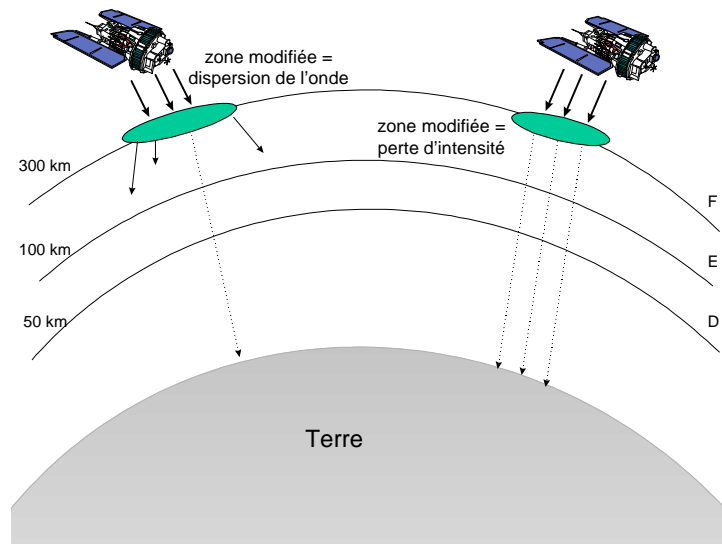
tion et dispersion d'ondes radios dans le cas de transmission OTH, tandis que la figure 19b exprime la possibilité de disperser ou d'atténuer les signaux provenant de satellites dans le cas de transmissions transionosphériques. Le programme HAARP prévoit explicitement ce type d'applications.

Figure 19. Scénarios pour la dégradation des télécommunications

a) Problèmes HF potentiels



b) Problèmes transionosphériques potentiels



Source: HOUSE (1996)

D'autres documents de l'*U.S. Air Force* pourraient nous mettre sur la piste d'éventuelles interconnexions entre HAARP et les développements militaires de nouveaux systèmes d'armes.

SPACECAST 2020 est une vaste étude commandée en mai 1993 par le chef d'état-major de l'*U.S. Air Force*, le général Merrill A. McPEAK, afin d'identifier et développer les concepts technologiques et les systèmes dont l'*U.S. Force* aurait besoin pour garantir la sécu-

rité des Etats-Unis et assurer sa supériorité dans l'air et dans l'espace au 21<sup>ème</sup> siècle.

L'étude a associé, pendant une année, les plus grands spécialistes en technologies militaires, dans de très nombreux domaines, ainsi que de nombreux scientifiques civils. Présentée à l'état-major le 22 juin 1994, SPACECAST 2020 compte quatre volumes, dont plusieurs parties sont classifiées. L'introduction est tout, sauf originale: elle expose la perception américaine des futures sources de conflits, mêlant économie, environnement, population, géopolitique et technologie; bref, la rengaine classique pour auto-justifier les "besoins" militaires définis dans la suite. Il est illusoire de vouloir résumer ce volumineux rapport en quelques pages; néanmoins, on peut en dégager les grands axes,

et établir quelques parallélismes indiscutables avec les matières abordées jusqu'ici.

Le document intitulé *Operational Analysis* est particulièrement intéressant. Confiée essentiellement au *Department of Operational Sciences* de la *Air Force Institute of Technology* (AFIT), cette analyse opérationnelle est, en quelque sorte, la véritable ossature des quatre volumes. A partir d'un modèle complexe, cette analyse définit une série de 19 systèmes d'armes qu'il conviendrait de développer dans les deux prochaines décennies.

A partir de ces 19 systèmes, une liste de 25 technologies clés a été établie. Si quelques-unes sont déjà maîtrisées, la plupart n'en sont encore qu'au stade expérimental, ou sont tout simplement à inventer.

Tableau 2. Les 19 systèmes requis par l'U.S. Air Force au 21<sup>ème</sup> siècle

1.	Refueled Transatmospheric Vehicle (TAV)
2.	Orbital Transfer Vehicle (OTV)
3.	Orbital Manoeuvring Vehicle (OW)
4.	Space Modular Systems
5.	Global Surveillance, Reconnaissance, and Targeting System (GRST)
6.	Super Global Positioning System (S-GPS)
7.	Space Traffic Control System (SPATRACS)
8.	Weather Forecasting System
9.	Space-Based Solar Monitoring and Alert Satellite System (SAUSS)
10.	Ionospheric Forecasting System
11.	Holographic Projector
12.	Space-Based High Energy Laser System (HEL)
13.	Kinetic Weapon System (KEW)
14.	High Powered Microwave System (HPMW)
15.	Particle Beam Weapon System (PBW)
16.	Weather C3 System
17.	Solar Mirror System
18.	Asteroid Detection System
19.	Asteroid Negation System

Source: AIR UNIVERSITY, 1994f

Tableau 3. Les 25 technologies clés pour l'U.S. Air Force du 21<sup>ème</sup> siècle

1. Data Fusion
2. Electromagnetic Communications
3. Energetic Materials
4. Hard Real-Time Systems
5. High Energy Laser Systems
6. High Performance Computing
7. High Power Microwave Systems
8. Image Processing
9. Information Security
10. Kinetic Energy Systems
11. Lasers
12. Liquid Rocket Propulsion
13. Materials Technology
14. Micro-mechanical Devices
15. Navigation, Guidance and Vehicle Control
16. Neutral Particle Beam (NPB) Systems
17. Nonchemical High Specific Impulse Propulsion
18. Optics
19. Power Systems and Energy Conversion
20. Pulsed Power Systems
21. Robotics, Controllers, and EndEffectors
22. Sensors
23. Spacecraft Structures
24. Vehicle Survivability
25. Virtual Reality

Source: AIR UNIVERSITY, 1994f

Le modèle a ensuite utilisé un système de matrices relativement complexe afin de définir le poids relatif de chacune de ces technologies pour chacun des 19 systèmes. Chacune de ces technologies, chacun de ces systèmes sont brièvement définis, avant d'être analysé en détail dans les chapitres des quatre volumes de l'étude.

La description du système de prévision ionosphérique, présenté *a priori* comme un simple *monitoring* de l'état de l'ionosphère, insiste néanmoins sur les possibilités de modifier l'ionosphère pour augmenter l'efficacité des missions militaires. Le *High Power Microwave System* est décrit comme un système d'arme micro-onde, basé dans l'espace, et capable de détruire des cibles dans l'air, dans l'espace ou au sol. Le *Particle Beam Weapon System* est une arme à énergie dirigée utilisant un courant de particules atomiques neutres se déplaçant à une vitesse proche de celle de la lumière. Le système serait également placé en orbite pour la destruction de cibles dans l'espace ou à la limite de l'atmosphère; il est assimilé à un système de

défense contre les missiles balistiques (*Ballistic Missile Defense Initiative*, BMDI).

La définition du système *Weather C3* retiendra davantage notre attention. Afin de n'en perdre aucune nuance par le biais de la traduction, la définition sera reproduite telle qu'elle figure dans le rapport de l'analyse opérationnelle:

#### ***Weather C3 System***

*A counterforce weather control system for military applications. The system consists of a global, on-demand weather observation system; a weather modeling capability; a space-based, directed energy weather modifier; and a command center with the necessary communication capabilities to observe, detect, and act on weather modification requirements.*

Que faut-il entendre par "directed energy weather modifier" basé dans l'espace, ou par "act on weather modification"? Nous ne le savons pas. Ce système est traité dans la partie *Counterforce Weather Control* du Volume II, l'une des cinq parties "classified" du rapport SPACE CAST 2020.

Nous retiendrons cependant que tous ces systèmes d'armes du futur partagent quelques points communs. Tous mettent en jeu, dans l'espace, des faisceaux d'énergie considérable, des armes à particules, à laser, à plasma. Tous nécessitent, parallèlement, de pouvoir compter sur un système de prévisions des conditions météorologiques aussi fiable que possible et une certaine capacité de modifier ces conditions. Tous exigent un système de communication infaillible, et donc la maîtrise des éléments pouvant le perturber, parmi lesquels l'ionosphère.

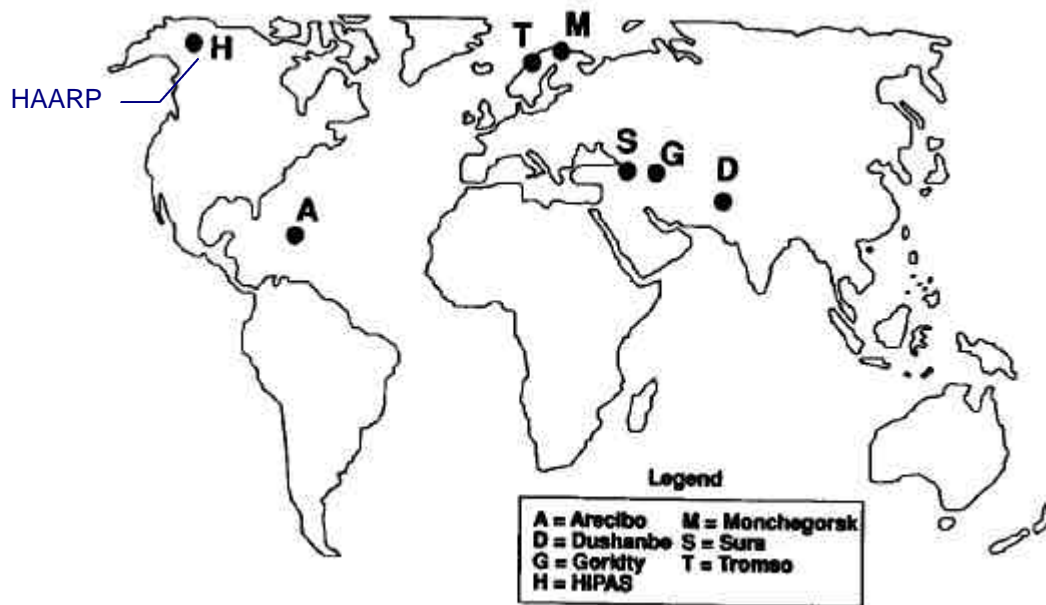
Et HAARP dans tout cela? On peut évidemment se perdre en conjectures de toutes sortes. Mais les exigences technologiques et scientifiques de ces futurs systèmes d'armes sont telles que les militaires ne pourront certainement plus prétendre longtemps que le potentiel

de HAARP est totalement indépendant de ces préparatifs. Où interviendra-t-il réellement? Ceci est encore une inconnue.

### 3.3.4. Le mouvement "NO HAARP"

L'étude des principes physiques de l'ionosphère n'est pas neuve et plusieurs stations de recherche sont déjà en fonctionnement à travers le monde. Deux autres stations sont déjà exploitées par les Etats-Unis, l'une à Puerto Rico (près de l'observatoire de Arecibo) et l'autre également en Alaska, près de Fairbanks (la station HIPAS, *High Power Auroral Stimulation*). L'Europe aussi possède son site de recherche, un consortium de cinq pays coordonne actuellement le site de EISCAT (*European Incoherent Scatter Radar Site*) dans la région de Tromsø en Norvège. EISCAT est actuellement la plus importante station au monde. Elle sera pourtant largement dépassée par HAARP lorsque celle-ci sera entièrement opérationnelle. D'autres stations fonctionnent encore en Russie, en Ukraine, au Tadjikistan, au Pérou (figure 20).

Figure 20. Les stations de recherche sur l'ionosphère dans le monde



Source: BEGICH, 1995

Sur le nouveau site de Gakona, l'expertise technique, la gestion, l'administration et l'éva-

luation du programme sont assurés par trois laboratoires du département de la défense: le *Air*



*Force Phillips Research Laboratory*, le *Naval Research Laboratory* et le *Office of Naval Research*.

Les militaires démentent catégoriquement toute relation entre les activités du programme HAARP et l'éventuel développement de nouveaux systèmes d'armes. Mais nombreux sont les observateurs qui s'interrogent sur la justification de cette troisième (et la deuxième en Alaska) station américaine de recherche sur l'ionosphère, ainsi que sur les raisons du contrôle total du programme par des laboratoires militaires.

Il est néanmoins frappant de constater que de nombreux rapports récents (après 1995) émanant des institutions militaires ou scientifiques américaines font explicitement référence à des méthodes de guerre environnementale (*Environmental Warfare*) ou électromagnétique (*EMP Weapons*), nécessitant des progrès scientifiques significatifs dans les domaines qui sont précisément ceux qui seront investigués par le programme HAARP.

D'autre part, le DoD affirme avec force que HAARP n'est pas un programme secret et que toutes les informations le concernant sont à la disposition du public.

Et l'on constate ici un paradoxe: aucune de ces publications, pourtant nettement postérieures au démarrage de la station de Gakona, ne fait la moindre référence au programme HAARP dont les militaires sont pourtant les seuls maîtres d'oeuvre. Cette ignorance réciproque est, pour plusieurs observateurs, trop parfaite pour être fortuite. Tout se présente comme si HAARP devait garder une respectabilité scientifique à toute épreuve, et se tenir à bonne distance des scénarios avant-gardistes des stratégies militaires.

Certains ont alors échafaudé les hypothèses les plus diverses, basées sur des spéculations plus ou moins réalistes. L'*Environmental Warfare* est une préoccupation croissante des militaires. L'obstacle des Conventions internationales interdisant les manipulations hostiles de l'environnement n'a jamais empêché les recherches de se poursuivre. La *Revolution in the Military Affairs*, développée aux Etats-Unis depuis la fin de la guerre froide, plaide aujourd'hui ouvertement pour la révision de certaines barrières

légales, éthiques ou morales [METZ et KIEVIT, 1994]. L'hypothèse selon laquelle HAARP serait, au-delà de la pure recherche scientifique, un maillon d'un vaste projet destiné à développer de nouveaux systèmes d'armes est largement répandue, y compris parmi certains parlementaires européens. Elle mérite donc d'être prise au sérieux, ou, au minimum, de ne pas être rejetée avant d'en avoir examiné les fondements.

En février 1998, Le Parlement européen a tenu une audition publique sur le Programme HAARP ainsi que la problématique des armes non létales (*Non Letal Weapons*, NLW). Les autorités américaines, militaires ou politiques, ont poliment décliné l'invitation de la Commission Affaires étrangères (Sous-commission Défense et Désarmement) à venir informer, et dissiper les craintes et interrogations sur les objectifs réellement poursuivis par le programme HAARP. Le Parlement européen a officiellement protesté contre ce déni d'information<sup>27</sup>.

Face au refus américain de fournir aux Européens un complément d'information satisfaisant, l'essentiel des inquiétudes formulées par le Parlement européen relayent en fait les allégations formulées par Nick BEGICH, un scientifique indépendant qui s'est imposé, depuis le début des années 90, comme l'un des leaders de l'opposition au programme HAARP en Alaska.

Mais pourquoi cette dérobade des Etats-Unis? Alors que chaque année, au mois d'août, la station HAARP est ouverte au public<sup>28</sup>, les prises de photos sont autorisées, des conférences sont organisées. Bref, une opération de relations publiques à tous points de vue irréprochable pour l'*U.S. Air Force* et la *Navy*, garantissant au programme HAARP une image positive, rassurante, cultivant la transparence. Il devient dès lors plus compréhensible qu'il puisse exister des instructions claires pour que toute référence à HAARP soit impérativement bannie des publications militaires dont les contenus prêtent nettement plus à la controverse. Car, si les suspicions relatives à une relance des recherches sur les modifications environnementales s'avéraient fondées, les autorités militaires et politiques

<sup>27</sup> *Defense News*, 16 février 1998.

<sup>28</sup> Cette année, les journées portes ouvertes ont eu lieu les 8 et 9 août 1998.

savent pertinemment bien que l'opinion publique n'est pas prête à l'accepter, quel qu'en soient les objectifs et motivations.

BEGICH a réuni les avis de nombreux experts et estime que les développements ultérieurs de HAARP (surtout une montée en puissance des émetteurs) pourraient conduire à des applications bien plus discutables qu'une simple réflexion d'ondes ELF pour les communications sous-marines ou les sondages en profondeur. Selon ces experts, rencontrés par BEGICH ou auditionnés par le *State Affairs Committee* au cours de la procédure de l'étude d'impact, la puissance de l'émetteur de HAARP pourrait notamment avoir pour effets [BEGICH, 1995] de :

- contribuer au développement d'un bouclier anti-missiles balistiques intercontinentaux, et relancer ainsi une course aux armements rappelant l'époque de l'Initiative de Défense Stratégique des années 80 ;
- détruire des satellites par l'échauffement provoqué ;
- opérer une différenciation entre les objets entrant dans l'atmosphère, tels que des missiles et les leurres, ou des astéroïdes ;
- améliorer les moyens de télécommunication ;
- interrompre les moyens de télécommunication sur de larges régions du globe ;
- modifier la structure chimique de la haute atmosphère et altérer les conditions climatiques ;
- influencer le comportement et les facultés mentales des individus, à des fins militaires, de maintien de l'ordre ou de contrôle politique (voir encadré 2) ;
- affecter la santé des personnes et avoir un impact biologique sur l'environnement.

Les scientifiques et les comités opposés au Programme HAARP estiment que des éléments importants ont été, soit sous-estimés, soit dissimulés au cours de la procédure de l'étude d'impacts. Leur opposition au programme re-

pose essentiellement sur quatre catégories d'arguments:

- il n'existe aucune garantie que la puissance réelle des émetteurs HF sera bien limitée à 3,6 MW ;
- les effets possibles des basses fréquences réfléchies, sur la santé et les organismes vivants en général, ont été insuffisamment évalués ;
- la mise en service de la station HAARP peut avoir des effets directs sur l'environnement, compte tenu de l'intensité et de la répétition des expériences envisagées ;
- le programme HAARP risque d'être détourné de la mission strictement scientifique qui lui est officiellement assignée à l'heure actuelle, au profit du développement de nouvelles classes d'armes, particulièrement les techniques de modification environnementales et les armes à énergie dirigée.

La question du niveau de puissance réellement envisagé pour la station HAARP à plus long terme reste effectivement ouverte. Certains experts auditionnés par la Commission du Congrès estiment que les 3,6 MW indiqués pour l'émetteur HF ne sont pas suffisants pour provoquer des "trous" dans l'ionosphère comme le décrit le Dr HECKSCHER, directeur du Programme HAARP.

Les 3,6 MW prévus seraient de toute façon insuffisants pour de nombreuses applications décrites dans les documents de l'*Air Force* ou de la *Navy*, et notamment pour modifier la densité d'une région de l'ionosphère au point de permettre la destruction ou la déviation d'objets entrant dans l'atmosphère (un missile intercontinental par exemple). Beaucoup trop faible aussi pour provoquer des perturbations comparables à celles enregistrées après les explosions nucléaires atmosphériques du *Project ARGUS* en 1958.

Par contre, s'il s'avère fondé que les recherches conduites grâce à la station HAARP contribuent aussi au développement de systèmes de défense planétaire (bouclier contre des missiles ou astéroïdes entrant dans l'atmosphère) ou de modifications environnementales tels qu'ils sont décrits dans d'autres documents

d'institutions militaires, alors il est évident qu'une montée en puissance beaucoup plus importante sera vite indispensable. Elle serait relativement facile à installer, compte tenu des ressources énergétiques importantes de la région. Les brevets de la firme APTI ne font évidemment qu'attiser cette polémique, puisque tous requièrent des puissance d'émission HF de plusieurs dizaines de GW.

Indépendamment du niveau de puissance, une autre question, soulevée devant le Congrès par le Dr Richard WILLIAMS, porte sur le caractère répétitif des perturbations envisagées. Les responsables du programme indiquent que les modifications locales de l'ionosphère disparaîtraient pratiquement instantanément après l'arrêt de l'émetteur. Avec une puissance de 3,6 MW, tous les experts sont d'accord pour reconnaître l'absence d'effets persistants et donc l'innocuité d'une expérience isolée. Mais, fait observer WILLIAMS, les applications militaires, telles que les communications avec les sous-marins en plongée, nécessiteront de nombreuses répétitions de ces modifications intentionnelles, et avec des puissances plus élevées que celles indiquées aujourd'hui. Or, entre 1958 et 1962, les travaux de Van Allen et les explosions nucléaires dans les ceintures de radiations qui portent son nom ont pu démontrer qu'une unique injection massive d'énergie dans l'atmosphère pouvaient entraîner des perturbations violentes et persistantes. Quel serait l'impact d'injections d'énergie, sans doute moins intense, mais répétées des milliers de fois? Personne n'est, en réalité, capable de le prédire actuellement.

Par analogie avec les problèmes posés par la croissance des concentration en CO<sub>2</sub> ou l'appauvrissement de la couche d'O<sub>3</sub>, WILLIAMS rappelle, à juste titre, que certains effets des activités humaines sur l'atmosphère ne pourront jamais être identifiés à temps, même avec les meilleures études d'impact.

Le développement futur de la puissance de l'émetteur HF reste donc un facteur d'incertitude. Les uns se retranchent derrière les communiqués officiels, les autres spéculent sur des liens possibles avec d'autres programmes militaires.

Comme corollaire de cette énergie injectée dans l'atmosphère par l'émission d'un signal

HF, les ondes de très grande longueur (ELF, fréquences extrêmement basses) qui seraient réfléchies vers le sol suscitent également leur lot d'inquiétudes.

Un des experts cités par BEGICH sur ce point est Patrick FLANAGAN, un docteur en physique et médecine. Après une courte expérience de la recherche militaire au début de sa carrière (il a notamment travaillé pour la NASA, la *Tufts University*, le *Office of Naval Research* et au *Aberdeen Proving Grounds* pour le *Department of Unconventional Weapons and Warfare*), FLANAGAN s'est tourné vers des activités civiles et l'étude de l'influence des phénomènes électromagnétiques sur la santé.

Cette éventuelle influence est encore un sujet très controversé. En juillet 1998 par exemple, le périodique belge *Test Santé*, édité par l'association de défense des consommateurs *Test-Achats*, publiait une étude sur l'effet des basses fréquences sur l'organisme. Les lignes à haute tension, les téléphones portables, les fours à micro-ondes sont-ils nocifs? L'étude se bornait à reconnaître qu'on ne savait, finalement, que peu de chose. FLANAGAN est cependant parmi ceux qui citent de nombreuses études, du *Max Plank Institute* en Allemagne notamment, qui attestent que le danger n'est pas négligeable.

Ce travail ne pourra pas trancher le débat sur l'impact potentiel des ELF sur les organismes vivants. Mais ici encore, la lecture d'études militaires ou médicales antérieures peut être extrêmement instructive [ADEY, 1993 et DEAN, 1986], et la description d'applications potentielles, à des fins militaires mais aussi de police, est inquiétante (voir encadré 2).

BEGICH évoque abondamment cet impact que pourraient avoir, sur les organismes vivants ainsi que sur les climats, les ondes VLF/ELF qui seront renvoyées vers le sol après démodulation dans l'ionosphère [BEGICH, 1995]. L'auteur appuie son argumentation par une référence à des études publiées en 1982 suite aux recherches réalisées, à la demande du *Office of Naval Research*, par le *Lockheed Space Sciences Laboratory* de Palo Alto et la *Stanford University*.

**Encadré 2.**Ondes électromagnétiques et *biological process control*

L'utilisation, par les militaires ou les forces de police, des propriétés des champs électromagnétiques afin d'influencer le comportement ou les facultés mentales d'un individu (*mind control*) est de plus en plus envisagée comme alternative à des armements conventionnels dans certaines situations (prises d'otages, rebellions, ...).

Ces types d'armements, développés notamment dans des laboratoires tel que celui de Los Alamos, s'intègrent dans la catégorie émergente des "Armes non létales" (*Non Letal Weapons*, NLW). Si elles peuvent effectivement proposer dans certains cas une étape intermédiaire avant l'usage d'armes conventionnelles létales, elles posent aussi de nouvelles questions dans la mesure où la distinction entre leurs applications militaires et civiles devient de plus en plus floue. Aux Etats-Unis, ces nouvelles catégories d'armements sont déjà développées dans le cadre d'associations entre le DoD et le Département de la Justice. Une situation qui commence à inquiéter les mouvements attachés à la défense des droits de l'homme, de la vie privée ou des libertés politiques et d'opinions.

Pour illustrer les dangers de cette fuite en avant, livrons à notre méditation ces quelques lignes, puisées dans un document publié en 1996 par le *Scientific Advisory Committee* de l'*U.S. Air Force* [U.S. Department of Commerce, 1996], sous un paragraphe intitulé "*Biological Process Control*":

*"... Avant la moitié du 21<sup>ème</sup> siècle, il y aura de fait une explosion dans le domaine de la neurologie. ... On peut envisager le développement de sources d'énergie électromagnétiques, dont le signal peut être pulsé, mis en forme et dirigé, qui pourront être couplées avec le corps humain d'une manière qui permettra d'empêcher les mouvements musculaires volontaires, de contrôler les émotions (et les actions), d'endormir, de transmettre des suggestions, d'interférer avec la mémoire de court comme de long terme, de produire l'acquisition d'expériences, ou d'effacer des expériences acquises. Ceci ouvrira la porte au développement de nouvelles capacités qui pourront être utilisées dans un conflit armé, une action terroriste ou une prise d'otages, et pour la formation ...*

*Il apparaîtrait aussi possible de créer un discours de haute fidélité dans le corps humain, potentialisant une suggestion ou une direction psychologique. Lorsqu'une pulsation micro-onde haute puissance, de l'ordre du gigahertz, atteint le corps humain, une très petite élévation de température apparaît. Celle-ci est associée à une soudaine expansion des tissus légèrement échauffés. Cette expansion est suffisamment rapide pour provoquer une onde acoustique. Si un courant pulsé est utilisé, il devrait être possible de créer un champ acoustique interne dans la gamme des 5 à 15 kilohertz, qui est audible. Donc, il peut être possible de "parler" à des adversaires choisis, d'une façon qui serait la plus perturbante pour eux.*

*En comparaison de la discussion du paragraphe ci-dessus, le concept consistant à imprimer l'acquis d'une expérience est très spéculatif, mais néanmoins, très excitant. ... En supposant que nous comprenions comment nos expériences sont acquises et répétées, il pourrait être possible de pousser ce concept une étape plus loin et de dupliquer l'acquis d'une expérience dans un autre individu. ... Comment ceci peut être réalisé, et ceci peut-il même être réalisé, ce sont là des inconnues importantes. L'impact d'un succès confondrait l'imagination!"*

Peu importe, finalement, la pertinence scientifique de cet extrait, dû sans doute aux fantasmes de quelque *Big Brothers* du 21<sup>ème</sup> siècle. Ce qui interpelle par contre, surtout quand on connaît l'ampleur des ressources et l'influence des laboratoires de recherche militaire, c'est que ces extrapolations scientifiques trouvent leur place dans des publications officielles, cautionnées par les plus hautes autorités militaires.

Selon ces chercheurs, parmi lesquels le Dr Amran IMAN qui fait actuellement partie de l'équipe de HAARP, lorsqu'un signal ELF/VLF, même très faible, atteint l'ionosphère, il peut subir une amplification de l'ordre de 1.000 par une interaction cohérente avec les particules des ceintures de radiations. L'accélération des électrons libres est perceptible sur plusieurs milliers de kilomètres, et ces ondes provoquent dans la haute atmosphère une pluie de particules qui aurait une influence sur les modèles météorologiques dans la troposphère. Bien qu'encore soumis à de nombreux conditionnels, ces phénomènes sont confirmés par plusieurs scientifiques, militaires ou non.

D'autre part, il apparaît que les fréquences utilisées pour les applications de sondages géophysiques (la tomographie) se situent dans des gammes de fréquence comprises entre 1 et 20 Hz. Or cette plage de fréquences intervient dans de nombreuses fonctions cérébrales de l'être humain.

Le propos n'est pas ici de prétendre que HAARP sera effectivement utilisé pour la recherche sur les manipulations des processus biologiques, ni même d'affirmer que la tomographie, dans des conditions normales d'exploitation, soit dangereuse pour la santé. Cependant, personne n'est en mesure d'apporter la garantie du contraire, et le *Final Environmental Impact Statement* est singulièrement évasif sur ce point.

HAARP peut-il contribuer au développement de nouvelles classes d'armements, dans le domaine des armes à plasma, à impulsions électromagnétiques ou à antimatière<sup>29</sup> ? Il est difficile d'apporter une réponse définitive à cette question en raison de la méthode de compartimentage habituellement adoptée dans la recherche militaire aux Etats-Unis.

Les grands projets militaires sont généralement divisés en un grand nombre de petits

<sup>29</sup> Antimatière: forme de la matière constituée d'antiparticules. Toute particule élémentaire possède une antiparticule, symétrique mais porteuse d'une charge opposée. L'antiparticule de l'électron, le positron, chargé positivement, a été identifié dans les années 1930. L'existence des antineutrons et antiprotons ne fut confirmée qu'en 1955. Dès le début des années 1950, les militaires ont cependant tenté d'appliquer cette découverte à de nouveaux systèmes d'armes [GSPONER et HURNI, 1986].

sous-programmes, fonctionnant indépendamment les uns des autres. Selon le principe du "need-to-know", les opérateurs des sous-programmes (université, laboratoires, entreprises) ne reçoivent que les informations nécessaires pour la matière qui les concerne. La coordination est assurée par un cercle très restreint de militaires et de scientifiques, et eux seuls ont une vision globale du projet et de ses objectifs ultimes. Le pouvoir de contrôle du Congrès est par ailleurs extrêmement limité. En effet, les matières les plus sensibles font l'objet de *black programs*, une technique permettant aux militaires de s'assurer une enveloppe budgétaire sans devoir en justifier l'utilisation.

Dans le cas de HAARP, on peut identifier sans difficulté les rôles de certains acteurs centraux. La *Hanscom Air Force Base* est manifestement chargée de l'opération de relations publiques, avec pour mission de "vendre" le projet HAARP au public sous le couvert d'une recherche scientifique d'intérêt général. La transparence est à première vue parfaite: un superbe site Internet et l'organisation annuelle de journées portes ouvertes en sont les principales manifestations. La *Kirtland Air Force Base*, siège du *Phillips Laboratory* de l'*U.S. Air Force*, ainsi que le *Los Alamos National Laboratory* (New Mexico), sont les leaders dans le développement des nouveaux systèmes d'armes de haute technologie. C'est à eux qu'il revient de fractionner et de distribuer les différentes facettes de la recherche entre les universités et les entreprises contractantes. La *Maxwell Air Force Base* abrite notamment la *Air University* et les stratèges qui développent les nouvelles doctrines et concepts de défense basés sur les armes non létales et techniques du futur. Quant aux chercheurs de la *Brooks Air Force Base*, ils approfondissent les nombreuses recherches sur les effets biologiques des ondes électromagnétiques sur lesquelles reposent les nouvelles armes en cours de développement.

La guerre dans le golfe Persique a permis de révéler au public l'existence de *blacks programs* dans le domaine des armes à énergie dirigée, en leur servant en quelque sorte de banc d'essais en situation réelle.

En avril 1992, la revue spécialisée *Defense News*<sup>30</sup> a fait état de sources officielles

<sup>30</sup> *Defense News*, 13 avril 1992

indiquant que les Etats-Unis avaient, dès les premiers jours de la guerre en 1991, fait usage pour la première fois d'armes non nucléaires à impulsion électromagnétique pour la destruction du matériel électronique irakien. Selon les déclarations d'un officiel du DoD, ces armes étaient développées depuis plusieurs années dans le cadres de plusieurs *black programs*.

Ces armes étaient dans le cas présent constituées d'une tête montée sur des missiles *Tomahawks* tirés depuis des sous-marins ou navires. Ces têtes tactiques, appelées *High Power Microwave Warheads*, contiennent une charge capable de convertir l'énergie d'une explosion chimique conventionnelle en une impulsion électromagnétique RF d'une puissance comparable à celle provoquée par une explosion nucléaire, et suffisante pour détruire les composants de la plupart des équipements électroniques (très peu résisteraient en effet à une interférence électromagnétique d'une telle intensité).

Les militaires restent très discrets sur l'évaluation de cette première expérience, mais il est néanmoins confirmé que le *Los Alamos National Laboratory* ainsi que le *Air Force's Phillips Laboratory* ont joué un rôle essentiel dans le développement de ces armes. L'*U.S. Army* mènerait des recherches similaires au *Harrys Diamond Laboratory* à Adelphi.

Selon William BAKER, directeur du programme des armes à énergie dirigée du *Phillips Laboratory*, l'*U.S. Air Force* a l'intention d'intensifier ses efforts pour l'amélioration de cette classe d'armes. Et notamment pour résoudre un problème majeur: actuellement, l'explosion de la charge a évidemment l'inconvénient de détruire le système dans son ensemble. L'objectif est donc le développement d'une arme à impulsion électromagnétique qui soit réutilisable, comme le

---

## Conclusions

---

Dans des conditions normales de fonctionnement, et en supposant que les caractéristiques techniques communiquées par l'*U.S. Air Force* et l'*U.S. Navy* soient correctes, l'impact direct de la station HAARP sur l'environnement est peu significatif.

serait une arme à laser. Il faut donc abandonner le principe de l'explosion chimique conventionnelle, et c'est la raison pour laquelle le DoD lançait, dès 1991, des appels d'offres aux industries américaines pour développer des systèmes capables de soutenir une puissance de l'ordre de 100 MW pendant environ 5 secondes.

Le DoD réfute naturellement tout lien direct entre le programme HAARP et le développement des armes à énergie dirigée. Ce sont cependant les mêmes laboratoires et les mêmes hommes qui dominent dans tous ces projets, et la complémentarité de certaines technologies et savoir-faire est évidente.

Le programme HAARP serait ainsi une sorte de "*proof-of-concept*" destiné à vérifier des domaines précis de la recherche fondamentale, ou à servir de démonstrateur pour valider certains concepts, par exemple ceux décrits dans les brevets de APTI.

Tous les brevets de APTI décrivent effectivement des applications militaires dans le domaine des modifications environnementales, de la production et du transfert de grandes quantités d'énergie ou des armes à énergie dirigée. Dans bien des cas, l'élément central est une modification de la composition moléculaire de la haute atmosphère avec un signal HF pulsé de très grande puissance.

La station HAARP, couplée avec un vaste ensemble d'autres programmes du DoD, pourrait ainsi devenir une sorte de *universal tool*, pour reprendre l'expression de BEGICH. Un banc d'essai pour tester et valider, à petite échelle, des technologies et des procédés qui pourront ultérieurement être extrapolés et intégrés à de réels systèmes d'armes, en particulier les armes à impulsion électromagnétique, les techniques de modifications environnementales ou d'influence des comportements et des capacités mentales.

Dans la mesure où le projet correspond aux intérêts du puissant département de la Défense, les conclusions de l'étude d'impact doivent cependant être lues avec réserve. La procédure en vigueur aux Etats-Unis n'offre en effet pas toutes les garanties d'objectivité, puisque c'est à l'administration, et à elle seule, que revient la responsabilité de réaliser les études d'incidences.

Les conséquences de la construction et de l'exploitation du site pour les écosystèmes de l'Alaska sont probablement les seules à avoir été évaluées et gérées correctement. La faune et la flore sont peu perturbées, tandis que les nuisances dues au bruit ou à la pollution supplémentaires semblent insignifiantes. Quant au bilan socio-économique, il est certainement positif pour cette région reculée des Etats-Unis. Le projet semble d'ailleurs avoir été bien accueilli par une majorité de la population, d'autant plus que l'Université de l'Alaska y est étroitement associée. Les perspectives d'emplois et de retombées économiques positives ont donc manifestement influencé favorablement l'opinion.

En ce qui concerne les expériences scientifiques ayant fait l'objet d'une publicité, la majorité des scientifiques semble unanime sur au moins un point: la puissance des émetteurs actuellement disponibles ne devrait pas permettre de provoquer des perturbations persistantes et à grande échelle dans l'ionosphère. Un quelconque impact sur la climatologie est donc totalement improbable.

Le programme HAARP a, incontestablement, une dimension scientifique d'envergure; les qualités des instruments dont il dispose, ou disposera au terme de son développement, conduiront certainement à des résultats qui intéresseront l'ensemble de la communauté scientifique. Il n'en est pas moins vrai que plusieurs objections formulées, par des membres du mouvement "NO HAARP" comme par des scientifiques indépendants dignes de foi, sont parfaitement fondées.

- ***La puissance de l'émetteur***

La première de ces objections concerne la puissance des émetteurs. Plusieurs documents techniques indiquent clairement que la puissance actuelle est insuffisante pour plusieurs des expériences prévues. Des protagonistes reconnaissent d'ailleurs implicitement que 100 GW est une puissance souhaitable pour mener le projet dans de bonnes conditions.

D'autre part, on imagine mal que "la plus puissante station de recherche sur l'ionosphère au monde" reste longtemps alimentée par la seule force de quelques moteurs diesel. Cette situation semble un non-sens quand on sait que

l'Alaska regorge de gaz. Rappelons d'ailleurs ici que les recherches menées par APTI dans les années 80, et qui ont finalement permis le dépôt des brevets que nous avons décrits, avaient précisément pour objectif de trouver des débouchés rentables pour ces réserves naturelles. La construction prochaine d'une centrale d'alimentation utilisant les ressources naturelles locales n'est qu'une hypothèse, mais une hypothèse raisonnable, et la seule qui permettrait aux militaires d'atteindre leurs objectifs. Une éventuelle montée en puissance demanderait naturellement une réévaluation complète de l'impact des perturbations provoquées par HAARP sur les composantes de l'écosphère.

- ***Les fréquences ELF/VLF***

Certaines expériences prévues permettront à HAARP de produire ses effets bien au-delà du territoire des Etats-Unis. C'est le cas des émissions HF obliques, ainsi que de la génération d'ondes ELF/VLF pour la tomographie et les communications avec les sous-marins en plongée. Ce travail n'a pas abordé le problème sous l'angle du droit international, mais c'est une lacune qui mériterait d'être comblée.

Selon la documentation officielle, les ondes VLF/ELF générées par la station HAARP, par l'intermédiaire de l'ionosphère, pourraient balayer la majeure partie de l'hémisphère nord. Cette application du programme HAARP n'est pas sans risque d'incidence sur les individus et leur environnement.

L'utilisation d'ondes VLF pour les communications sous-marines semble peu préoccupante: ce type de communication existe déjà depuis longtemps grâce à des stations terrestres dans le Michigan et le Wisconsin. De toute manière, les sous-marins ne se bousculent pas et, là où ils sont, on ne voit pas quel impact pourraient avoir sur notre santé les ondes qui leurs sont destinées.

Le problème de la tomographie est différent. L'objectif déclaré des militaires est la détection d'installations souterraines dissimulées. Simple anecdote, n'importe qui peut actuellement acheter sur Internet, pour quelques dollars, une photo satellite détaillant, avec une précision

de quelques mètres, ce qui se passe dans le jardin du voisin<sup>31</sup>. Mais à en croire les documents techniques, HAARP pourra dorénavant nous montrer, de plus, ce qui s'y trouve enterré. Ce n'est évidemment pas notre jardin qui intéresse les militaires. Cette technique, dont l'efficacité reste à démontrer, est surtout intéressante en géophysique et notamment, selon les promoteurs de HAARP, pour la détection de ressources minérales ou d'anomalies souterraines. Elle permettrait alors de remplacer avantageusement les techniques actuelles de sismique réflexion.

Les applications militaires de la tomographie sont financées par les budgets affectés à la contre-prolifération et visent à détecter d'éventuels laboratoires ou installations militaires illicites ou menaçant la sécurité des Etats-Unis. Il convient cependant de constater que les pays visés par cette technique (Irak, Soudan, ...) sont situés aux latitudes les plus basses, et sans doute trop loin de la station HAARP, ce qui accrédite encore la thèse selon laquelle il faut plus de puissance... ou d'autres émetteurs à d'autres latitudes.

Indépendamment des aspects politiques et éthiques, voire tout simplement de la faisabilité technique, on peut légitimement s'interroger sur la réelle innocuité de ces fréquences extrêmement basses (entre 0.001 Hz et 40 kHz) sur la santé publique et les populations animales, par exemple pour la navigation des espèces migratrices. Les avis sont, à l'évidence, extrêmement partagés sur ce point.

- ***Les relations avec d'autres programmes militaires***

Cette question de l'impact des fréquences extrêmement basses sur les organismes vivants restera ouverte, mais permet la transition vers une autre hypothèse: les relations présumées entre le programme HAARP et le développement des systèmes d'armes de la *Future Warfare*.

Les recherches dans le domaine des armes non létales occupent une part croissante du potentiel des laboratoires de recherche militaires. Ces armes sont d'une grande diversité et

font appel à de nombreuses technologies et procédés: micro-organismes, substances supercaustiques, nanotechnologies, stimuli sensoriels par ondes acoustiques, électromagnétiques ou par des substances chimiques, etc.

De plus, ces programmes dépassent largement le domaine militaire. En 1994, une déclaration commune d'intention entre le Département de la Justice et le Département de la Défense a donné naissance au programme "*Operations Other Than War*" par lequel les deux agences prévoient un développement commun de technologies et de systèmes avancés pour le contrôle des populations. Les armements développés dans le cadre de ces programmes doivent avoir une application autant dans des opérations militaires (maintien de la paix par exemple) que dans des opérations civiles de maintien de l'ordre. Ces nouvelles doctrines envisagent explicitement l'utilisation des fréquences ELF pour influencer, ou inhiber des comportements chez l'être humain. D'une façon plus générale, plusieurs de ces armes, dites "non létales", sont basées sur une nouvelle maîtrise de phénomènes électromagnétiques. Si HAARP peut générer des signaux ELF et les diriger avec suffisamment de précision pour les travaux de tomographie, il n'est certainement pas tout à fait absurde d'imaginer des applications antipersonnel. L'utilisation des propriétés électromagnétiques à des fins de guerre psychologique ou d'influence comportementale serait totalement inacceptable.

D'autre part, même si l'on n'accorde qu'une importance relative aux fameux brevets de la société APTI, il existe néanmoins suffisamment d'éléments démontrant que les vieux rêves américains de "Guerre des Etoiles" et de maîtrise du temps sont toujours bien vivants. Les rapports publiés dans le cadre des études *Air Force 2025* et *SPACECAST 2020*, sur la seule base des éléments qui ont été rendu publics, le démontrent sans ambiguïté.

La construction d'une défense stratégique articulée autour d'un réseau de bases spatiales, de systèmes de communication infaillibles et dans un environnement prévisible, voire contrôlable et influençable, le tout renforcé par de nouvelles classes d'armes à énergie dirigée, apparaît très clairement comme la priorité du début du 21<sup>ème</sup> siècle.

<sup>31</sup> <http://www.teraserver.microsoft.com>.



Les centres névralgiques de la recherche militaire chargés de relever ce défi sont également les promoteurs du programme HAARP. Affirmer qu'il existe un découplage parfait entre les objectifs scientifiques du programme HAARP et le reste de la recherche et développement militaire n'est tout simplement pas sérieux.

A quel niveau le programme HAARP intervient-il réellement? Il est actuellement impossible de répondre à cette question. HAARP n'est pas un système d'arme *per se*. Il est seulement l'une des innombrables pièces d'un grand puzzle. Une sorte de *universal tool*, destiné à vérifier des théories, valider des concepts, qu'ils proviennent des brevets de APTI ou d'ailleurs. HAARP est un instrument, certes d'une grande valeur scientifique, mais qui, soumis aux ambitions militaires, permettra à plusieurs programmes, dont les plus secrets, de franchir une étape peut-être décisive.

Plus aucun pays ne peut rivaliser avec les Etats-Unis sur le terrain des technologies militaires. Lorsqu'on découvre les programmes du futur, il est souvent difficile de démarquer le réalisable du spéculatif. Si, toutefois, le spéculatif devenait réalité, l'hégémonie américaine serait parfaite. Une maîtrise des communications, de l'information, de nouvelles formes de transfert d'énergie, et de certains processus naturels, leur assure un levier redoutable pour déstabiliser n'importe quel Etat.

Steven AFTERGOOD, évoquant les "*black programs*", écrivait en 1994 dans *The Bulletin of the Atomic Scientists*, que la culture du secret, héritage de la guerre froide, est un

véritable cancer pour nos démocraties. C'est un fait, l'information dont nous disposons est incomplète. Nos hypothèses et spéculations sont donc biaisées d'avance. D'autre part, l'arbitrage entre ce que les autorités militaires décident de diffuser et ce qui reste secret n'est pas innocent. Ce qui est finalement publié résulte de la volonté d'informer, sans aucun doute, mais certainement aussi de la nécessité de préparer progressivement l'opinion publique à accepter les décisions futures.

Une bonne analyse doit donc éviter deux grands pièges: celui de la manipulation et de la naïveté, mais aussi, puisque l'essentiel de l'information provient des Etats-Unis, celui des thèses de la "grande conspiration" souvent répandues au sein du mouvement contestataire américain. C'est un défi difficile. Le refuser, c'est être réduit au silence. Le relever, c'est accepter le risque de prendre position et de s'engager dans une analyse, sachant qu'elle se révélera peut-être fautive lorsqu'elle sera confrontée à de nouveaux éléments.

HAARP est un programme scientifique. Aux mains des puissants, il peut cependant conduire au progrès comme à l'oppression et au désastre. Sans préjuger des intentions finales des Etats-Unis, et reconnaissant que ce travail émet plusieurs hypothèses, et relaye certaines spéculations, il s'avère fondé d'affirmer que le programme HAARP, en synergie avec d'autres programmes militaires, peut conduire à des déséquilibres dangereux pour l'environnement et les populations.

---

## Bibliographie

---

**ADEY, W. Ross** (1993) - *Whispering between Cells: Electromagnetic Fields and Regulatory Mechanisms in Tissue*, in *Frontier Perspectives*, Volume 3, Number 2, Fall 1993.

**AFTERGOOD, Steven** (1994) - *The soft-kill fallacy*, in *The Bulletin of the Atomic Scientists*, vol.50, n°5, sep/oct 1994.

**AIR FORCE GEOPHYSICS LABORATORY and OFFICE OF NAVAL RESEARCH** (1990) - *HAARP, HF Active Auroral Research Program - Joint Services Program Plans and Activities*, February 1990.

**AIR FORCE PHILLIPS LABORATORY and OFFICE OF NAVAL RESEARCH** (1995) - *HAARP Research and Applications: a Joint Program of Phillips Laboratory and the Office of the Naval Research (Executive Summary)*, June 1995, 16 p.

**AIR UNIVERSITY** (1994a) - *21<sup>st</sup> Century Weather Support Architecture*, in *Spacecast 2020 Technical Report Volume 1, Global View, White Papers*, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1994.

**AIR UNIVERSITY** (1994b) - *Preparing for Planetary Defense: Detection and Interception of Asteroids on Collision Course with Earth*, in *Spacecast 2020 Technical Report Volume 1, Global View, White Papers*, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1994.

**AIR UNIVERSITY** (1994c) - *Space Weather Support for Communications*, in *Spacecast 2020 Technical Report Volume 1, Global View, White Papers*, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1994.

**AIR UNIVERSITY** (1994d) - *Spacecast 2020: Executive Summary*, in *Spacecast 2020 Technical Report*, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1994.

**AIR UNIVERSITY** (1994e) - *The World of 2020 and Alternative Futures*, in *Spacecast 2020 Technical Report Volume 1*, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1994.

**AIR UNIVERSITY** (1994f) - *Operational Analysis*, in *Spacecast 2020 Technical Report*, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1994.

**ALDRIDGE, Bob (compiled by)** (1997) - *ELF Communication: Extreme Low Frequency to Submarines* - Pacific Life Research Center, PRLC-941005A, revised, Santa Clara, California, February 1997.

**ARKIN, William M.** (1997) - *What's "New"*, in *The Bulletin of the Atomic Scientists*, November/December 1997, pp. 22-27.

**BARNABY, Frank** (1986) - *What on Earth is Star Wars? A Guide to the Strategic Defense Initiative* - Fourth Estate, London, 1986, 192 p.

**BARTLETT, Henry C., HOLMAN, G. Paul et SOMES, Timothy E.** (1997) - *Force Planning, Military Revolutions and the Tyranny of Technology* - *Strategic Review*, Fall, 1996.

**BEGICH, Nick** (1997) - *Ground Based "Star Wars": Disaster ou "Pure" Research* - *Global International*, Brussels, May 1997.

- BEGICH, Nick** (1995) - *Angels don't play this HAARP; Advances in Tesla Technology* - Earthpulse Press, Anchorage, Alaska, 1995, 215 p.
- BEGICH, Nick et MANNING, Jeane** (1996) - *HAARP: High-Frequency Vandalism in the Sky*, in NEXUS, December 1995 - January 1996, p. 15.
- BERTELL, Rosalie** (1996) - *Background of the HAARP Project* - Document distribué à l'audition publique au Parlement européen le 5 février 1998, July 1, 1996.
- BONEN, Zeev et COHEN Eliot A.** (1996) - *Advanced Technology and Future Warfare* - BESA Center for Strategic Studies, Bar-Ilan University, November 1996.
- BRASSEUR, Guy et SOLOMON, Susan** (1984) - *Aeronomy of the Middle Atmosphere, Chemistry and Physics of the Stratosphere and Mesosphere* - D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, Holland, 1984, 444 p.
- BREUER, Georg** (1980) - *Weather modification: prospects and problems* - Cambridge University Press, Cambridge, 1980, 178 p.
- BROOKS, Tigner** (1998) - *Europeans Protest U.S. Ionospheric Research*, in Defense News, 16 February 1998, p. 3.
- CAMY-PEYRET C. (ed.)** (1982) - *Physique moléculaire, Physique de l'atmosphère* - Editions du Centre national de la recherche scientifique, Paris, 1982, 502 p.
- CASSIDY, Peter** (1996) - *Guess Who's the Enemy* - in The Progressive, January 1996.
- CJSI** (Chairman of the Joint Chiefs of Staff Instruction) (1995) - *Meteorological and Oceanographic Operations* - 3810.01, 10 January 1995.
- COBLE, Barry B.** (1996) - *Benign Weather Modification* - A Thesis Presented to the Faculty of the School of Advanced Airpower Studies for Completion of Graduation Requirements, School of Advanced Airpower Studies, Air University, Maxwell Air Force Base, Alabama, June 1996, 53 p.
- COCHRAN, Thomas B., ARKIN, William M., NORRIS, Robert S. et HOENIG, Milton M.** (1987) - *Nuclear Weapons Databook, Volume II: U.S. Nuclear Warhead Production* - Natural Resources Defense Council, Inc, Ballinger Publishing Company, Cambridge (Massachusetts), 1987, p.158.
- COMMITTEE ON ATMOSPHERIC SCIENCES, NATIONAL RESEARCH COUNCIL** (1973) - *Weather and Climate Modification: Problems and Progress* - National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1973, 258 p.
- COOK, Nick** (1998) - *USA charges up for new routes to the stars*, in Jane's Defence Weekly, 29 July 1998, p. 28.
- DABE, Jean-Luc** (1994) - *La protection de l'environnement naturel durant les conflits armés* - Institut Royal Supérieur de Défense, Bruxelles, juin 1994, 140 p.
- DALY, E.J., HILGERS, A., DROLSHAGEN, G. et EVANS H.D.R.** (1996) - *Space Environment Analysis: Experience and Trends*, in European Space Agency Symposium on "Environment Modelling for Space-based Applications", ESTEC, Noordwijk, NL, 18-20 September 1996, 8 p.
- DAVIS, Jay Ray and GRAND, Lewis O. (ed.)** (1978) - *Weather Modification: Technology and Law* - Selected Symposia Series, Westview Press, Boulder, Colorado, 1978, 124 p.
- DEAN, Lt Col David J. (ed.)** (1986) - *Low Intensity Conflict and Modern Technology* - Air University Press, Center for Aerospace Doctrine, Research and Education, Maxwell Air Force Base, Alabama, June 1986.
- DEPARTMENT OF THE ARMY** (1994) - *U.S. Army Field Manual 100-5, Fighting Future Wars (New Edition)* - Published with the Institute of Land Warfare Association of the U.S. Army, Brassey's (US), Washington D.C., 1994.

- DESSENS, Henri** (1969) - *La maîtrise des climats* - Presses Universitaires de France, Paris, 1969, 160 p.
- FEDER, Tony** - *Congress Chills Hopes for Polar Cap Observatory*, in *Physics Today*, July 1998, p. 53.
- FREEDMAN, Lawrence** (1998) - *The Revolution in Strategic Affairs* - Adelphi Paper 318, International Institute for Strategic Studies (IISS), London, 1998, 87 p.
- FUENTES, Gidget** (1998) - *U.S. Marines Test Public Perception of Nonlethal Weapons*, in *Defense News*, August 31-September 6, 1998, p. 6.
- GLEDITSCH, Nils Peter (ed.)** (1998) - *Special Issue on Environmental Conflict*, in *Journal of Peace Research*, SAGE Publications/PRIO, volume 35, number 3, May 1998.
- GORDON, William** (1998) - *HAARP Is Harmless*, in *Defense News*, 16 March 1998, p. 14.
- GOSENS, Alain** (1997) - *HAARP, ou comment les américains jouent aux apprentis sorciers*, in *Téléoustique*, 5 novembre 1997.
- GRIP** (ouvrage collectif) (1986) - *Guerre des étoiles: la grande illusion* - GRIP-Informations, Bruxelles, 1986, 38 p.
- GRIP** (ouvrage collectif) (1992) - *Les Conflits Verts: Les dégradations de l'environnement, sources de tensions majeures* - collection "GRIP-Informations" n°22, GRIP, Bruxelles, 1992, 214 p.
- GSPONER, André et HURNI, Jean-Pierre** (1986) - *Les armes à antimatière*, in *La Recherche*, n°182, novembre 1986, pp. 1440-1443.
- HESS, W.N. (ed.)** (1974) - *Weather and Climate Modification* - National Oceanic and Atmospheric Administration, Environmental Research Laboratories, Wiley-Interscience publication, New York, 1974, 842 p.
- HEWISH, Mark** (1997) - *What lies ahead for lasers?*, in *Jane's International Defense Review*, 12/97, pp. 38-42.
- HEYNDERICKX D. et KRUGLANSKI, Michel** - *Les Ceintures de Radiations de Van Allen* - Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB).
- HILLEN, John** (Project Director)(1998) - *Future Visions for U.S. Defense Policy: Four Alternatives Presented as Presidential Speeches* - A Council Policy Initiative, Sponsored by the Council on Foreign Relations, 1998, 81 p.
- HOLZER, Robert et MUNRO, Neil** (1992) - *Microwave weapon stuns Iraqis*, in *Defense News*, 13 April 1992.
- HOUSE, Col. Tamzy J. et al.** (1996) - *Weather as a Force Multiplier: Owning the Weather in 2025* - A Research Paper Presented to Air Force 2025, U.S. Air Force University, August 1996, 44 p.
- INSTITUTE FOR FOREIGN POLICY ANALYSIS** (1996) - *Non Lethal Weapons: Emerging Requirements for Security Strategy* - A Report Prepared by The Institute for Foreign Policy Analysis (IFPA), Cambridge (Massachusetts, USA), May 1996, 56 p.
- JANE'S DEFENCE WEEKLY** - *USA takes its training to the edge in Alaska*, in *Jane's Defence Weekly*, 11 March 1998, p. 35.
- KELLEY, Lt Gen Jay W.** (1996) - *Air Force 2025: Executive Summary* - 2025 Support Office, Air University, Air Education and Training Command, United States Air Force, Maxwell Air Force Base, Alabama, 1996.
- LAMBERT, Gérard** (1995) - *L'air de notre temps: Le climat, les hommes et les molécules* - Editions du seuil, janvier 1995, 256 p.
- LAVIEILLE, Jean-Marc** (1997) - *Droit international du désarmement et de la maîtrise des armements* - L'Harmattan, Paris, 1997, 368 p.

- LEVINE, Joel S.** (1985) - *The Photochemistry of Atmospheres: Earth, the Other Planets, and Comets* - Academic Press, Inc, Orlando, Florida, 1985, 518 p.
- LEWER, Nick et SCHOFIELD, Steven** (1997) - *Non-Lethal Weapons, a fatal attraction?* - Zed Books Ltd, London, 1997.
- LYELL, Lord, Rapporteur général** (1997) - *Les armes non létales*, in Rapports 1997, Commission des Sciences et des Technologies, Assemblée de l'Atlantique Nord, Secrétariat international, octobre 1997.
- METZ, Steven et KIEVIT, James** (1994) - *The Revolution in Military Affairs and Conflict Short of War* - U.S. Army War College, Strategic Studies Institute, July 25, 1994.
- MORIN, Hervé** (1998) - *Les "miroirs acoustiques" font remonter le temps aux ondes sonores*, in Le Monde, 27/02/98.
- MURPHY, Michael** (1997) - *Health and safety issues associated with Non-lethal Weapons* - Conference Papers, "The Future of Non-Lethal Weapons", Millennium Conference Centre, Gloucester Hotel, 20-21 November 1997, Day Two, 2.45 PM.
- PATEL, Kumar et BLOEMBERGEN, Nicolaas** (1987) - *Défense stratégique et armes à énergie dirigée*, in Pour la Science, Novembre 1987, pp. 52-58.
- REES, M.H.** (1989) - *Physics and chemistry of the upper atmosphere* - Cambridge University Press, Cambridge, 1989, 290 p.
- ROSENBERG, Barbara Hatch** (1994) - *Non-Lethal Weapons may violates treaties*, in The Bulletin of the Atomic Scientists, vol.50, n°5, sep/oct 1994.
- SCANNELL, Edward P.** (US Army Research Laboratory) (1997) - *ARL Non-lethal weapons concepts* - Conference Papers, "The Future of Non-Lethal Weapons", Millennium Conference Centre, Gloucester Hotel, 20-21 November 1997, Day Two, 11.30.
- SCHWARTZ, Daniel M.** (1998) - *Environmental Terrorism: Analyzing the Concept*, in Journal of Peace Research, SAGE Publications/PRIO, volume 35, number 4, July 1998, pp. 483-496.
- SIPRI** (1998) - *SIPRI Yearbook 1998, Armaments, Disarmament and International Security* - Oxford University Press, Solna, Sweden, 1998, 638 p.
- TEST SANTE** (1998) - *Pas de panique sur les ondes* - Test santé n° 26, juillet 1998, Test-Achats, pp. 26-30.
- TYLER, Capt. Paul E.** (1986) - *The Electromagnetic Spectrum in Low-Intensity Conflict*, in DEAN, Lt Col David J. (ed.), *Low Intensity Conflict and Modern Technology* Air University Press, Center for Aerospace Doctrine, Research and Education, Maxwell Air Force Base, Alabama, June 1986.
- UNION OF CONCERN SCIENTISTS** (1984) - *The Fallacy of Star Wars* - Vintage Books, New York, 1984, 295 p.
- U.S. AIR FORCE** - *Construction and Operation of an Ionospheric Research Facility for the High Frequency Active Auroral Research Program, Purpose and Need for Action* - Final Environmental Impact Statement (FEIS), released to the public on July 15, 1993
- U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE** (1996) - *Biological Process Control* - New World Vistas: Air and Space Power for the 21st Century, Ancillary Volume, Scientific Advisory Board (Air Force), U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service (NTIS), Washington D.C., 1996, p. 89 et 90.
- URIAS, Col (Sel) John M.** (1996) - *Planetary Defence: Catastrophic Health Insurance for Planet Earth* - A Research Paper Presented to Air Force 2025, U.S. Air Force, Air University, August 1996, 44 pages.
- WALT, Martin** (1994) - *Introduction to Geomagnetically Trapped Radiation* - Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

**WAUTELET, Michel** (1985a) - *Aspects scientifiques de l'IDS* - GRIP, Dossier "notes et documents", numéro 81, juin 1985, 30 p.

**WAUTELET, Michel** (1985b) - *Les armes à laser*, in *La Recherche*, n°164, mars 1985, pp. 372-379.

**WAUTELET, Michel** (1986) - *Les domaines technologiques touchés par l'IDS* - GRIP, Dossier "notes et documents", n°100, juillet 1986, 26 p.

**WAUTELET, Michel et RADOUX, Christian** (1990) - *Les disciplines scientifiques et leur intérêt militaire* - GRIP, Dossier "notes et documents", n°143, mars 1990, 35 p.

**WESTING, Arthur H.** (1997) - *Environmental Warfare: Manipulating the Environment for Hostile Purposes*, in *Environmental Change and Security Project Report*, The Woodrow Wilson Center, Washington D.C., Issue 3, Spring 1997, p. 145..

**WESTING, Arthur H. (ed.)** (1984) - *Environmental Warfare: A Technical, Legal and Policy Appraisal* - Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), Solna, Sweden, 1984, 108 p.

**ZICKUHR, Clare et SMITH, Gar** (1994) - *Project HAARP: The Military's Plan to Alter the Ionosphere* - *Earth Island Journal*, Fall 1994.

---

### Sources d'information sur Internet

---

AIR UNIVERSITY	<a href="http://www.au.af.mil/au.html">http://www.au.af.mil/au.html</a>
APTI	<a href="http://www.apti.com">http://www.apti.com</a>
ARCO	<a href="http://www.arco.com">http://www.arco.com</a>
EARTH PULSE	<a href="http://www.earthpulse.com/haarp/index.html">http://www.earthpulse.com/haarp/index.html</a>
EASTLUND	<a href="http://www.eastlundscience.com">http://www.eastlundscience.com</a>
EISCAT	<a href="http://www.eiscat.uit.no">http://www.eiscat.uit.no</a>
GRIP	<a href="http://www.grip.org">http://www.grip.org</a>
HAARP, Site officiel	<a href="http://w3.nrl.navy.mil/haarp.html">http://w3.nrl.navy.mil/haarp.html</a> <a href="http://www.haarp.alaska.edu/haarp/">http://www.haarp.alaska.edu/haarp/</a>
HIPAS	<a href="http://www.hipas.alaska.edu/">http://www.hipas.alaska.edu/</a>
IASB	<a href="http://www.oma.be/bira-iasb/">http://www.oma.be/bira-iasb/</a>
RAYTHEON	<a href="http://www.raytheon.com">http://www.raytheon.com</a>
U.S. PATENTS	<a href="http://www.patents.ibm.com/ibm.html">http://www.patents.ibm.com/ibm.html</a>

---

## Annexes

---

Loi belge du 3 juin 1982 portant approbation de la Convention de 1977 sur l'interdiction d'utiliser des techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ou toutes autres fins hostiles.