



## CASE ORANGE



**SCIENCE DES CONTRAILS, L'IMPACT SUR LE CLIMAT ET  
LES PROGRAMMES DE MANIPULATION DU CLIMAT MENES  
PAR LES ETAT-UNIS ET SES ALLIES**

**Compiled for the Belfort Group,  
Hooiwege 20 B-9940 Evergem Belgium**

Traduction française de Monique DEGUELDRE (Bruxelles)

10 mai 2010

Si nous pouvons nous lever contre eux, toute l'Europe pourrait être libre et la vie dans notre monde pourrait progresser vers de hautes et vastes terres baignées de soleil.

Mais si nous échouons, alors le monde entier, y compris les Etats-Unis y compris tout ce que nous avons connu et aimé sombrera dans les abîmes d'un Nouvel Age des Ténèbres, rendu encore plus sinistre et peut-être plus durable grâce aux lumières d'une science pervertie.

Winston Churchill, ' This was their finest hour ' Discours à la  
Chambre des Communes le 18 juin 1940

LISTE DES ABBREVIATIONS	5
1. SOMMAIRE	8
2. NOMENCLATURE	9
2.1. Contrails	10
2.2. Distrails	11
2.3. Vortex des bouts d'ailes	11
2.4. ' Chemtrails	12
3. CARACTERISTIQUES DES CONTRAIL	13
3.1. Etudes antérieures ayant pour objet les contrails	14
3.2. Composition chimique des contrails	
3.2.1. Etalons de mesure	15
3.2.2. Composition chimique des émissions des moteurs d'aviation	16
3.2.3. Impact des normes concernant les carburants sur les émissions des moteurs d'aviation	17
3.3. Réglementation concernant les moteurs d'aviation	19
3.3.1. Normes d'application de la réglementation	19
3.3.2. Etude de cas : émissions des moteurs civils comparées aux émissions des moteurs militaires	20
3.3.2.1. Aperçu	20
3.3.2.2. Résultats des tests	21
3.3.2.3. Unités produites pour le Stratotanker KC-35	22
3.3.2.4. Pourcentage du trafic militaire par rapport au trafic global	23
3.3.2.5. Conclusions de cette étude de cas	23
4. EFFETS DES CONTRAILS SUR LE CLIMAT	24
4.1. Effets des contrails sur la formation des nuages	25
4.1.1. Caractéristiques des cirrus	25
4.1.2. Impact des cirrus sur le climat	26
4.1.3. Transformation des contrails en cirrus	27
4.1.4. Impact de l'aviation sur la formation des cirrus artificiels	28
4.2. Effets des contrails sur la température	31
4.2.1. Variation de l'amplitude quotidienne de la température sous l'influence des contrails	31
4.2.2. Réchauffement global potentiel dû aux émissions des moteurs d'aviation	32
4.3. Effets des contrails sur les précipitations	33
4.3.1. Principes de formation des précipitations	33
4.3.2. Relations entre contrails, température de l'air et précipitations	33
4.4.4. Autres effets des contrails	35
4.4.1. Déshydratation de la stratosphère	35
4.4.2. Autres facteurs affectant le changement climatique	36
5. CONTRAILS ET MANIPULATION DU TEMPS	37
5.1. De 'Chemtrails ' à la géo-ingénierie	38
5.1.1 Principes scientifiques à la base des systèmes de manipulation du climat	38
5.1.2. Théorie à caractère conspirationniste concernant les ' chemtrails '	38
5.1.3. Etablissement d'un protocole de recherche fiable	42
5.2. Histoire de la géoingénierie	43
5.2.1. Période de 1899 - 1940 : Les recherches de Nikola Tesla	44

5.2.2. Période de 1940 - 1945 : Les premiers ensemencements de nuages	45
5.2.3. période de 1945 – 1950 : Opération Cirrus	46
5.2.4. Début de l'opération 'Storm Fury ' ( 1962 ) et ' Popeye ' (1968)	47
5.2.5. Etats-Unis et Union Soviétique 'Validation de Principe' projets – ELF 1975 – 1992	50
5.2.6. Le climat comme Multiplicateur de Force : Posséder le temps en 2025 (Owning the Weather )	56
5.2.7. La stricte nécessité de la géoingénierie 1996 – 2010	
5.3. Modus Operandi du modelage climatique par la modification des cirrus	63
5.3.1. Technique de modification des cirrus	63
5.3.2. Aspects légaux concernant la manipulation du climat à l'aide de l'aviation	65
5.3.3. Aspects sécuritaires et aspects sanitaires consécutifs à la manipulation du climat par l'aviation	66
6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	69

## ANNEXES

Annexe 1	Aircraft engine speciated organic gases : speciation of unburned organic gases in aircraft exhaust (survey)
Annexe 2	Electrical conductivity of hitted additive package for the JP+100 program(survey)-detail specification turbine fuel, aviation, kerosene type(survey)).
Annexe 3	ICAO Air emissions databank, data CFM56-3C-1, JT3D-3B, PW4084, CF6-50C1 & 2 engines.
Annexe 4	WMO Meteorological codes (official document).
Annexe 5	Updated aviation radiative forcing for 2000 (excerpt of survey).
Annexe 6	Contrails reduce daily temperature range (article), Regional variations in U.S. diurnal temperature range for the 11-14 aircraft groundings: evidence of jet contrail influence on climate (survey), proof that airports are polluters (article).
Annexe 7	Does air pollution increase rainfall (article).
Annexe 8	Rain men: scientists here tried to change the weather (article).
Annexe 9	Weather modification (transcription of a U.S. senate hearing).
Annexe 10	How we made the Chernobyl rain (article).
Annexe 11	U.S patent 4,686,605 (official document).
Annexe 12	USA and Russia supposedly developed secret meteorological weapons (article).
Annexe 13	Weather as a force multiplier: owning the weather in 2025 (excerpts of survey).
Annexe 14	U.S. patent 5,003,186 (official document).
Annexe 15	U.S. patent 3,899,144 (official document).

- Annexe 15 U.S. patent 3,899,144 (official document).
- Annexe 16 Airwork pilotes portal (excerpts of internet postings).
- Annexe 17 Annonce de la sale acquisition dématérialisée (order from screenshots).
- Annexe 18 Top economists recommend climate engineering (article).
- Annexe 19 Modification of Cirrus clouds to reduce global warming (survey).
- Annexe 20 List of U.S. secrecy orders (official document) – example of a secrecy order (official document).
- Annexe 21 H.R.2977: space preservation act of 2001 (official document).
- Annexe 22 Top-down planet hackers call for bottom-governance (article).
- Annexe 23 Rapports d'analyse (chemical analysis).
- Annexe 24 Aerotoxic syndrome : A descriptive epidemiological survey of aircrews exposed to in-cabin airborne contaminants (survey).
- Annexe 25 Jet fuels JP-4 and JP-7 health effects (survey).

## **LISTE DES ABBREVIATIONS**

AFB	Air Force Base
ATP	Airline transportation Pilot
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
AQT	Amplitude quotidienne de la température (DTR Diurnal Temperature Range)
AWACS	Airborne early Warning and Control System
CARB	California Air Resources Board
BKN	Broken clouds
Ci	Cirrus
Cc	Cirrocumulus
CME	Contre-mesures électroniques ( ECM Electronic Counter Measures)
DLR	Deutsches Institut für Raumfahrt
DOD	Department of Defense (USA)
ELF	Extreme Low Frequency (ondes mégamétriques)
EPA	Environmental Protection Agency
FAA	Federal Aviation Administration
GIEC	Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat. (IPCC International Panel for Climate Change)

HAARP	High Frequency Active Auroral Research Program
HMSO	Her Majesty's Stationary Office
NASA	National Air and Space Agency
OACI	Organisation de l'Aviation civile Internationale ( ICAO International Civil Aviation Organization)
OMM	Organisation Météorologique Mondiale (WMO World Meteorological Organization )
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord. (NATO North Atlantic Treaty Organization )
PRG	Potentiel de Réchauffement Global (GWP Global Warming Potential )
RIV	Région d'Information de Vol (FIR Flight Information Region)
SALT	Strategic Arms Limitations Talks
SN	Smoke Number ( Indice de Fumée )
SOP	Standard Operating Procedure ( Procédures d'Utilisation Normalisées)
UK CAA	United Kingdom Civil Aviation Authority
UEA	University of East Anglia (Norwich UK)
UIR	Upper flight Information Region Région Supérieure d'Information de Vol
URSS	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
US	United States
VLF	Very low Frequency (ondes myriamétriques)
°C	Degré Ce lsius
Ft	Foot
gal.	Gallon
HC	Hydrocarbone
Hz	Hertz
Kg	Kilogramme
KW	Kilowatt
Lbs.	Pound

## 1.RESUME



## 1. RESUME

Ce rapport de recherche non classifié a été compilé à la demande du Belfort Group, un groupement belge de vigilance de l'environnement. Ce groupement met en avant les problèmes spécifiques associés à des contrails produits par l'aviation, la manipulation du climat à des fins de géoingénierie ou des objectifs de défense de certains de ces contrails par le Gouvernement des Etats-Unis . Il pointe aussi les effets de ces contrails sur la qualité de la vie. Le but est de forcer un débat public à ce sujet et c'est pourquoi ce document a été non seulement transmis aux Ambassades des pays qui planifient ces programmes de manipulation climatique mais aussi à des agences de presse et à des groupements d'intérêt dans ce secteur. Il a également été transmis à des organisations de pays qui ne sont pas considérés comme des forces alliées des Etats-Unis ou de l'OTAN.

Les contrails ne sont pas des émissions anodines des avions volant à haute altitude et qui n'auraient qu'un impact 'esthétique' dans le ciel, comme le suggèrent les météorologistes. Ces traînées contiennent non seulement un taux élevé de vapeurs d'eau mais aussi un taux important de dioxyde de carbone, d'oxyde nitrique, d'oxyde sulfurique et de la suie. Ces matières ont un impact sur la santé publique. Il est à noter que des dérogations ont été accordées pour les émissions des moteurs de certains avions militaires qui dépassent les taux réglementaires des avions civils et ceci de façon significative. Le chapitre 3 contient une description détaillée de la formation des contrails. On y étudie la composition chimique détaillée de ces contrails. Ce chapitre contient e.a. une étude de cas intéressante : celle de l'avion citerne KC – 135 et celle de l'avion E – 3 Centry ( AWACS ), ce dernier étant opérationnel sous enregistrement luxembourgeois sans être conforme aux réglementations civiles.

Les contrails persistants ont un effet dévastateur sur les écosystèmes sur terre. Ils se développent à partir de cirrus artificiels et couvrent une partie significative de ciel. Il est prouvé scientifiquement que ces cirrus provoqués par l'aviation occupent déjà 3 à 5 % du ciel européen et cette couverture nuageuse augmente de 1 à 2 % tous les 10 ans. Etant donné que ces nuages ne sont pas classifiés en tant que tels par l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale ), peu de recherches de fond ont été faites sur ce sujet et par conséquent, les autorités de l'aviation civile et les organes gouvernementaux considèrent la thèse des 'Chemtrails ' comme un canular. Il est néanmoins prouvé que l'existence de ces contrails persistants ont un impact négatif sur la température et ils peuvent altérer le niveau des précipitations. Ils provoquent aussi la déshydratation de la stratosphère . le chapitre 4 fournit un résumé des résultats les plus frappants concernant la recherche scientifique dans ce domaine.

En tenant compte de l'histoire importante de l'enregistrement de projets de manipulation du climat , menés essentiellement par les Etats-Unis, et de la relation entre les contrails artificiels et leur impact sur certains paramètres du climat , on peut conclure qu'il existe une base scientifique pour créer des systèmes de manipulation du climat. Le chapitre 5 contient une vue d'ensemble détaillée des principales opérations de modification du climat au cours de l'histoire. Ces opérations commencent avec des tentatives relativement innocentes telles que l'ensemencement des nuages avec de l'iodure d'argent, ensuite le réchauffement ionosphérique et des projets à large échelle de géoingénierie avec la complicité de l'aviation civile. Des brevets, autrefois documents classés, décrivant des composants de Baryum et des cartes avec des calendriers d'épandages quotidiens dénotent irrévocablement l'existence d'un projet global, sponsorisé par les militaires et approuvé par les gouvernements et qui a pour but l'altération de la haute troposphère pour un contrôle global. Les détails techniques y compris la nature du matériel d'ensemencement et l'impact probable sur la santé publique sont également inclus au chapitre 5.

Finalement ce groupe d'investigateurs qui préfèrent rester anonymes jusqu'à nouvel ordre, arrive à la conclusion que l'ensemencement atmosphérique au bénéfice des intérêts militaires et au bénéfice du business mondial a un impact dévastateur sur les écosystèmes de notre planète et la qualité de la vie en général. C'est pour cette raison que cette pratique d'épandage est inacceptable.

## 2. NOMENCLATURE

Donnez-moi un levier assez long et un point d'appui et je soulèverai la terre.

Archimède ( 287 – 212 AC )

### **2. NOMENCLATURE :**

Une distinction doit être faite entre contrails, distrails, vortex des ailes et ' chemtrails ' . Dans ce rapport de recherche, nous n'approfondirons que l'étude des contrails et des ' chemtrails ' .

## 2.1. CONTRAILS :

Contraïl est la contraction de 2 mots ' condensation ' et ' trail ' , la condensation des échappements du moteur. Le mot date de la seconde guerre mondiale et les contraïls étaient considérés comme des nuisances parce qu'ils attiraient les avions ennemis dans leur sillage.



Des bombardiers lourds B – 17 en route vers Schweinfurt, émettant de longs et substantiels contraïls. Les pilotes allemands pouvaient facilement connaître l'exacte position des avions individuels par leurs contraïls.<sup>1</sup>

Contrairement à la croyance populaire, les contraïls ne sont pas uniquement formés par des avions à réaction mais aussi par des avions à hélices pour autant que leur altitude de croisière soit propice à leur formation. Ce phénomène est lié à la température. Etant donné que la température baisse de 2 °C tous les 1000 pieds de gain d'altitude dans une atmosphère standard et qu'une parcelle d'air froid ne peut retenir qu'une part très limitée de vapeur d'eau, tout échappement de fumée se condense automatiquement en un nuage artificiel. Ce phénomène apparaît habituellement au dessus de 26000 pieds (8000m ) où la température ambiante est inférieure à - 40°C.

Comme on peut le remarquer sur la photo ci-dessus, l'intensité des contraïls varie avec l'altitude / température. Les bombardiers en haut à droite émettent des contraïls plus épais que les avions volant à une plus basse altitude dans le bas. Un paramètre caractéristique et important réside dans le fait que ces premiers contraïls ont une durée de vie très courte. Cependant les avions à réaction actuels, dotés de moteurs plus puissants et ayant des températures élevées dans leurs turbines, émettent plus de contraïls persistants qui, souvent, s'étendent sur 30 à 50 km .



Contraïl d'un Boeing 747 , Australie Source : Wikipedia, Contraïls

Les contraïls peuvent présenter des formes étranges et même se disperser horizontalement au dessus de larges régions grâce aux courants jets, ces vents puissants dans l'atmosphère supérieure dont la vitesse dépasse parfois plus de 185 km /h .

<sup>1</sup> Air & Space Power Chronicles, Schweinfurt – the battle within the battle for the 8th US Air Force, Capt. D. Reichert, USAF

## 2.2. DISTRAILS :

Un distraïl est l'abréviation pour ' dissipation trail ' ( traînée dissipée). Quand un avion vole au travers d'un nuage stable, même si les conditions pour la production de contraïls ne sont pas atteintes, il produit un 'chemin ' ressemblant à un tunnel à travers le nuage.

Les distraits sont le résultat de la température élevée des gaz éjectés absorbant l'humidité du nuage. Les nuages apparaissent lorsque l'humidité relative est de 100 % et que la température et le point de saturation sont égaux, mais lorsque la température augmente, l'air peut retenir plus d'humidité, ainsi l'humidité relative baisse en dessous de 100% y compris pour la même masse volumique vraie de vapeur d'eau causant ainsi les gouttelettes d'eau du nuage à se reconvertir en vapeur d'eau.



Cette photo montre un contrail qui se transforme en distract ( en haut à droite), coupant au travers d'une couche d'alto cumuli.<sup>2</sup>

### 2.3. VORTEX DES BOUTS D'AILES

Les avions volent grâce à la résultante d'un équilibre entre le décollage, la résistance, la masse et la poussée. Lorsque l'aile génère le décollage, cela produit un vortex en bout d'aile et parfois aux bouts d'attaque des volets hypersustentateurs. Cela cause de faibles turbulences qui sont assez persistantes et potentiellement dangereuses Pour les autres avions, surtout les petits avions. Au plus haut l'angle d'attaque, au plus haut sera le coefficient de décollage créant ainsi de larges vortex en bout d'aile. Des angles d'attaque presque verticaux sont atteints pendant la configuration d'atterrissage ( volets et train d'atterrissage sortis ) ou pendant la montée initiale après avoir décollé ( forte poussée et inclinaison du corps ).

La réduction de la pression et de la température dans chaque vortex peut causer la condensation de l'eau et peut rendre visibles les noyaux produits dans le vortex en bout d'aile. L'effet est plus fréquent par temps humide et dans des anticyclones avec des fortes inversions de température. Ces noyaux visibles contrastent avec des contrails et des distraits, ces derniers étant produits directement derrière le moteur à haute altitude.

Des avions militaires volant à une vitesse transsonique et effectuant des manœuvres de haute performance peuvent produire un cône de vapeur ( ou singularité de Prandtl - Glauert ) à la suite d'une chute soudaine de la pression de l'air. Ce phénomène est parfois surnommé ' shock collar ' ou ' shock egg '.

---

<sup>2</sup> Contrail science Home Page, <http://contrailscience.com/contrail-to-distrail/>



Un 'Raptor' F-22 de l'US Air Force exécute un survol à basse altitude produisant des vortex et un 'shock egg'.<sup>3</sup>

## 2.4. CHEMTRAILS :

'Chemtrail' est la contraction de 'chemical trail' (traînée chimique) et est utilisée par certaines sources pour indiquer un épandage intentionnel par avion à des fins militaires ou politiques. Les chemtrails peuvent être nocifs pour la santé publique. Un mot plus généralement utilisé est 'aviation smog' et englobe les 'contrails', les 'distrails' et les 'chemtrails'. Les auteurs se référant aux chemtrails prétendent que le phénomène est beaucoup plus persistant que les traînées de condensation (contrails) et lorsque la pulvérisation s'effectue en quadrillage, il est en mesure de couvrir de vastes zones.

Même si, officiellement démenties par des sources gouvernementales, de nombreux pays ont effectué des tests 'd'ensemencement' de nuages pour provoquer des précipitations là où c'était nécessaire ou pour les empêcher là où ça ne l'était pas. A ce jour, seuls les gouvernements russe et chinois admettent qu'ils utilisent des substances particulières afin de manipuler les conditions météorologiques.<sup>4</sup>



Cette photo montre une combinaison intéressante de contrails (à droite), distrails (en bas à gauche) et de chemtrails (à gauche). Belgique, près de BXL, septembre 2009. Notez que des contrails se sont étendus sur de vastes zones.

<sup>3</sup> Live Science, Britt R.R., Editorial Director, June 30th 2009, Picture by courtesy of DOD/Petty Officer 1st Class Dejarnett, U.S. Navy.

<sup>4</sup> Michaels Jay, Meteorology News, 19th October 2009, 'Moscow testing cloud seeding'

### 3. CARACTERISTIQUES DES CONTRAILS

L'intuition de l'esprit est un don de Dieu. Le cerveau rationnel est son domestique. Nous avons créé une société qui adore le domestique et qui a oublié le don.

Albert Einstein (1879 – 1959 )

### 3. CARACTERISTIQUES DES CONTRAILS

#### 3.1. ETUDES ANTERIEURES AYANT POUR OBJET LES CONTRAILS:

Les météorologistes ignorent ou nient les effets de l'aviation sur le climat en arguant que les contrails, et dans une moindre mesure les distrails, n'ont qu'une influence 'esthétique' sur l'apparence du ciel. Etant donné qu'ils ne provoquent pas de précipitations, qu'ils ne réduisent pas la visibilité ou qu'ils n'affectent pas le rayonnement solaire, ils ne sont pas mentionnés dans les bulletins météorologiques. A de rares occasions les météorologistes les citent comme un voile nuageux faisant croire au public que leur origine est naturelle et non induite artificiellement. Etant donné que les contrails ne sont pas considérés comme des phénomènes météorologiques, il n'existe que peu d'études scientifiques qui couvrent ce domaine.

Appleman a été le premier (1953) à présenter des protocoles pour prédire la probabilité de formation de contrails. Ces prédictions sont basées sur des courbes de température de la couche 700 -100 Hectopascal, là où les avions commerciaux volent habituellement. <sup>5</sup> Pilie et Jiusto en 1958 <sup>6</sup>, Scorer et Davenport en 1970 <sup>7</sup> et Hanson & Hanson en 1958 <sup>8</sup> ont modifié son étude. Ils ont identifié une fourchette unique dans laquelle un contrail devrait théoriquement se former.

Pourtant, l'absence d'expérimentations sur terrain pour vérifier ces modèles et le fait que des formations de contrails avec dispersion ont pu être observé dans des conditions jugées défavorables sont en désaccord avec certains modèles décrits ci dessus. Avec l'introduction de nouvelles technologies, comme les satellites, des relevés plus précis étaient possibles. Ces nouvelles technologies ont permis le développement d'un nouveau modèle empirique élaboré par Travis pour prédire l'apparition, fort répandue, de contrails. <sup>9</sup>

Mais même à l'aide de satellites géostationnaires, il est démontré qu'il est extrêmement difficile de prédire la formation, la taille et la durée des contrails, isolés ou rassemblés en nappes. Il est absolument nécessaire de mener des études étendues et approfondies pour pouvoir comprendre complètement la nature des contrails. Il y a pourtant un inconvénient économique à étudier ces contrails puisque l'aviation est l'épine dorsale du transport rapide et du commerce mondial. Toute enquête peut potentiellement être réfutée par les lobbies qui ne veulent pas attirer l'attention du public et par ce fait éventuellement déchaîner des réactions négatives envers l'aviation. Officiellement, la science ne travaille pas dans ce sens, mais dans la pratique, les chercheurs ne mordent généralement pas la main qui les nourrit. C'est pour cela que les contrails sont poliment classés comme un voile nuageux.

Travis D.J., Carleton A.M. et Lauritsen R.G. ont mené une enquête très intéressante immédiatement après les attentats du 11 septembre 2001 quand tous les avions commerciaux étaient bloqués à terre pendant une période de 3 jours. C'était une opportunité unique pour mener une étude comparative. Les résultats ne furent rendus publics que 2 ans plus tard et prouvèrent à l'évidence l'influence des contrails sur le climat <sup>10</sup>, bien que certains chercheurs ont suggéré que le ciel était exceptionnellement dégagé durant cette période. <sup>11</sup>

Les résultats de certaines de ces études ont été utilisés dans les paragraphes suivants :

<sup>5</sup> Appleman, H., 1953: The formation of exhaust condensation trails by jet aircraft. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **34**, 14–20.

<sup>6</sup> Pilie, R. J., and J. E. Jiusto, 1958: A laboratory study of contrails. *J. Meteor.*, **15**, 149–154.

<sup>7</sup> Scorer, R. S., and L. J. Davenport, 1970: Contrails and aircraft downwash. *J. Fluid Mech.*, **43**, 451–464.

<sup>8</sup> Hanson, H. M., and D. M. Hanson, 1995: A reexamination of the formation of exhaust condensation trails by jet aircraft. *J. Appl. Meteor.*, **34**, 2400–2405.

<sup>9</sup> Travis J.T, An Emperic model to predict widespread occurrences of contrails, American Meteorology Society, Volume 36, Issue 9, September 1997.

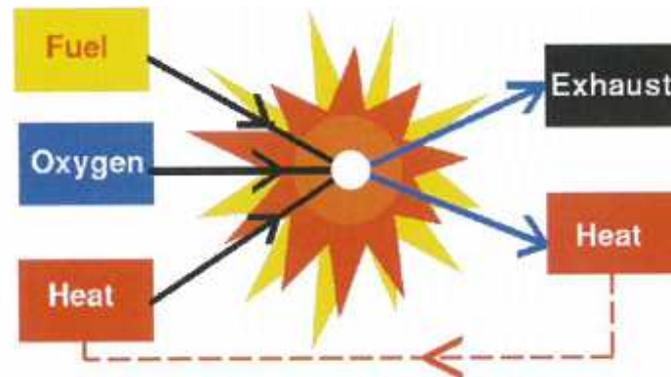
<sup>10</sup> Travis D.J., Carleton A.M. and Lauritsen R.G, Regional variations in U.S. diurnal temperature range for the 11-14 September 2001 aircraft groundings: evidence of jet contrail influence on climate, *Journal of Climate*, Volume 17, March 1st 2004.

<sup>11</sup> Kalkstein and Balling Jr., *Climate Research*, 26, 1-4, 2004

#### 3.2. COMPOSITION CHIMIQUE DES CONTRAILS

### 3.2.1. Etalons de mesure

Pour comprendre ce qui se passe, nous devons d'abord comprendre certains concepts de base. Le turboréacteur d'un avion est un moteur à combustion interne comme un moteur de voiture. Dans un turboréacteur le carburant et l'oxydant déflagrent et les produits de cette combustion sont expulsés par une ouverture étroite à grande vitesse.<sup>12</sup>



Les substances contenues dans un contrail dépendent des paramètres suivants :

- Le type d'appareil, son taux de dilution, son taux de compression et son régime nominal de décollage : les nouvelles technologies sont plus écologiques.
- Le type de carburant : le carburant des avions à réaction modernes est essentiellement du kérosène qui est un carburant fossile. Cependant on peut faire une différence entre les opérations civiles et les opérations militaires. Les avions civils employés dans l'aviation commerciale volent avec du Jet A - 1, tandis que les avions employés pour les opérations militaires emploient un carburant différent qui fournit une viscosité optimale, un dissipateur thermique et une stabilité thermique durant n'importe quelle manœuvre opérationnelle, de l'Arctique à l'Equateur<sup>13</sup>. A cet égard, il est important de noter que les forces de l'OTAN emploient couramment le JP - 8 (Jet Propellant 8), un carburant assez récent dont la composition (additifs) est légalement protégée par un brevet.
- Le réglage de puissance : En pleine puissance de décollage, et en régime de croisière, la combustion est optimale, brûlant plus de 99 % du carburant jusqu'à combustion complète en CO<sub>2</sub> et H<sub>2</sub>O. Au ralenti, moins de carburant est consommé. Dans le but de maintenir une combustion stable dans des conditions de moindre puissance, certains sacrifices sont acceptés en ce qui concerne le rendement énergétique de la combustion même si cette inefficacité ne représente qu'un petit pourcentage. Toute combustion incomplète du combustible hydrocarboné aura pour effet l'émission de certaines combinaisons de CO et d'hydrocarbures incomplètement oxydés ainsi que certaines particules charbonneuses.<sup>14</sup>
- Critères de maintenance et l'âge de l'appareil ; des avions plus anciens ou des avions modernisés ( p.ex. modernisation des DC -8 obsolètes à un niveau 3 dans les années 2000 et suivantes) émettent significativement plus de polluants que les avions plus récents.

<sup>12</sup> Picture by courtesy of Aerospaceweb.org.

<sup>13</sup> Shawn P. Heneghan and William E. Harrison III, JP8+100: the development of high thermal stability fuel, Aerospace Mechanic Division, University of Dayton, OH and USAF Wright Laboratories, N. Wright Patterson AFB, OH, 6th international conference on stability and handling of liquid fuels, Vancouver, October 13-17 1997

<sup>14</sup> Aircraft Engine Speciated Organic Gases: Speciation of Unburned Organic Gases in Aircraft Exhaust, Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality U.S. Environmental Protection Agency and AEE-300 - Emissions Division Office of Environment and Energy Federal Aviation Administration, FAA publication. May 2009.

Des nanoparticules résultant de l'usure peuvent se retrouver dans les contrails.

Un problème identique se rencontre dans les pays où les normes de maintenance sont moins sévères.

### 3.2.2. Composition chimique des gaz d'échappement des turboréacteurs :

Les carburants fossiles produisent, après combustion, les émissions gazeuses suivantes : <sup>15</sup>

- Dioxyde de carbone ( CO<sub>2</sub> )
- Une importante quantité d'eau ( H<sub>2</sub>O ) qui gèle immédiatement au contact de l'air libre. Ceci permet de rendre le contrail visible à l'oeil nu.
- Monoxyde d'Azote ( NO ) et dioxyde d'Azote ( NO<sub>2</sub> ). Ils sont appelés les NOx.
- Dioxyde de soufre ( SO<sub>2</sub> )
- Suie

Pourtant peu de tests ont été effectués dans le but de confirmer et d'évaluer la composition chimique détaillée des hydrocarbures ( HC ) des contrails. Une étude menée en 2001 par l'EPA ( US Environmental Protection Agency ) présente un intérêt tout particulier. Cette étude emploie les données d'une série d'études initiées par la NASA et appelée APEX ( Aircraft Particle Emissions eXperiment ). Ce projet était soutenu par de nombreux sponsors ( NASA, FAA, CARB, EP, DOD ... ) et était plus particulièrement centré sur les émissions des matières particulaires ( PM ) des avions commerciaux.

L'objectif principal de la recherche APEX était de caractériser les émissions gazeuses et les émissions de particules dans le but de mieux comprendre la nature des émissions des avions commerciaux. APEX a été menée au mois d'avril 2004 avec un DC-8 de la NASA équipé de moteurs CFM -56 - 2C1. APEX 2 a été menée au mois d'août 2005 sur des moteurs en cours d'utilisation ( moteurs CFM56 sur un avion B 737). APEX 3 a été menée en octobre et novembre 2005 sur 5 différents moteurs : les moteurs d'un petit jet privé, les turboréacteurs d'un avion de transport à simple allée et des turboréacteurs à haute dilution. Certaines mesures sont faites sur plus d'un exemplaire. Dans toutes les études, les flux d'échappements ont été échantillonnés à la sortie du moteur et certaines mesures à des emplacements en aval.

Les résultats des tests sur les moteurs CFM56 -3 volant avec de Jet A-1 ont révélé que les composants les plus importants dans les échappements sont l'éthylène suivi du formaldéhyde, l'acétylène, le propène, l'acétaldéhyde et 46 autres substances dont le benzène. Les composés les plus importants des hydrocarbures émanant des émissions des turboréacteurs répertoriés sur base molaire sont les suivants : <sup>16</sup>

---

<sup>15</sup> NASA Facts, Glenn Research Center, Article FS-2000-04-010-GRC, Safeguarding our atmosphere, Glenn Research reduces harmful aircraft emissions.

<sup>16</sup>Shawn P. Heneghan and William E. Harrison III, JP8+100: the development of high thermal stability fuel, Aerospace Mechanic Division, University of Dayton, OH and USAF Wright Laboratories, N. Wright Patterson AFB, OH, 6th international conference on stability and handling of liquid fuels, Vancouver, October 13-17 1997 .

Composé	Proportion d'émission mmole/mole	Composé	Proportion d'émission mmole/mole
Ethylène	0,770	Acroléine	0,061
Formaldéhyde	0,572	l - Butane	0,044
Acétylène	0,211	Glyoxal	0,044
Propène	0,151	1,3 - Butadiène	0,044
Acétaldéhyde	0,135	Benzène	0,030

Les 41 autres composés ont un poids inférieur à 0,030 mmole par mole. les résultats des tests complets sont donnés en annexe 1, page 6.

### 3.2.3. Impact des normes concernant les carburants sur les émissions des moteurs d'aviation :

Les carburants suivants sont employés dans l'aviation commerciale et l'aviation militaires. <sup>17</sup>

TYPE DE CARBURANT	CHAMPS D'APPLICATION	REMARQUES
JET A - 1	Aviation commerciale et certains avions de la force aérienne de pays non- membres de l'OTAN.	Le carburant d'avion analysé dans le paragraphe 3.2.2. est à ce jour employé dans l'aviation de loisirs et l'aviation d'entraînement. On s'y réfère fiscalement parlant comme de l'aéro-Diesel.
JP - 4 avtag	US Air Force OTAN code F-44	50 /50 Kérosène – Gazoline remplacé en 1996 par du JP - 8
JP - 5	US Navy, OTAN code F - 44	En usage lors d'opérations navales ,t° d'inflammabilité la plus élevée, plus élevée que le JET A - 1 et le JP-8
JP - 7	US Air Force	Spécialement conçue pour des opérations supersoniques au dessus de Mach 3 (ex. l'ancien SR – 71 ( Blackbird)
JP - 8	US Air Force, OTAN code F -34	Remplace le JP-4, la transition devrait être terminée au cour de 2010.

Les exploitants de l'aviation affinent continuellement leurs carburants pour faire face aux problèmes de performances spécifiques. Le Diesel présente un problème majeur dû à son 'flash point ' ( point d'éclair) relativement bas. Le flash point est la température à laquelle le carburant produit des fumées qui peuvent s'enflammer par une flamme nulle. Le Diesel a un point d'éclair à  $\pm 30^{\circ}\text{F}$  ( $-1^{\circ}\text{C}$ ). Ceci augmente la probabilité d'avoir un incendie lors d'un accident d'avion.

Les concepteurs de moteurs ont cherché à développer des moteurs qui emploient des carburants avec des points d'éclair plus élevés.

L'US Air Force a remplacé le JP-4 par le JP-8 durant les années 90 parce que le JP-8 a notamment un point d'éclair plus élevé et parce qu'il est moins cancérigène. Au milieu des années 90, l'US Air Force a modifié le JP-8 pour y inclure un produit chimique qui réduit la formation de polluants qui affectaient les performances des moteurs. Le JP-5 a un point d'éclair plus élevé que le JP-8, mais son coût élevé limite son emploi aux avions des porte-avions. Le JP-8 a une forte odeur et est huileux au toucher, ce qui le rend moins agréable à l'emploi et en quelque sorte moins sûr.

Le personnel militaire qui manipule ce carburant se plaint de la difficulté à nettoyer les éclaboussures. Il se plaint également de maux de tête et d'autres problèmes physiques.<sup>18</sup>

Le marché est en expansion à cause des opérations militaires en Iraq, en Afghanistan et les efforts soutenus pour la guerre ' contre le terrorisme '. Environ 60 milliards de gal. (227 milliards de L ) ont été consommés de par le monde depuis la fin des années 90 par l'US Air Force, l'Armée et l'OTAN qui, elle a consommé environ 4,5 milliards de gal. (17 milliards de L). Il est aussi employé comme combustible pour le chauffage, les réchauds, les générateurs électriques et les véhicules de combat. Le blindé M1 Abrams emploie aussi le JP-8 pour ses turbines de moteurs à gaz. L'emploi d'un même carburant pour la majorité des applications simplifie grandement la logistique en temps de guerre.

Un dernier développement est le JP-8 + 100, une version du JP-8 avec un additif qui accroît sa stabilité thermique à 56°C (100°F). L'additif est une combinaison d'un surfactant, d'un désactivateur de métaux et d'un antioxydant. Il a été introduit en 1994. Les additifs diminuent les accumulations de dépôts et le cokage dans le système d'alimentation. La KLM emploie cet additif pour ses Boeings. Il est employé pour les hélicoptères de la Police de Tampa (Floride) et pour les Hornets Canadiens CF - 18.

La comparaison entre le JET A-1 et le JP-8+100 est d'un intérêt tout particulier. Officiellement ces deux types de carburants sont similaires mis à part que la variante militaire contient un inhibiteur de givrage, un inhibiteur de corrosion, des lubrifiants et des agents antistatiques.<sup>19</sup> Un brevet protège la composition exacte des additifs du JP-8. Ceci pour prévenir l'espionnage et le transfert de technologies vers les parties hostiles.<sup>20</sup> Il est néanmoins possible d'établir une comparaison entre le JET A1 et le JP-8+100 étant donné que plusieurs organisations civiles font partie du programme d'ingénierie.

La conclusion de la 6e Conférence Internationale sur la Stabilité et la Manutention des Combustibles Liquides, tenue en octobre 1997 à Vancouver (Canada) était plus qu'intéressante. Dans ce document, les additifs du JP-8+100 sélectionnés, sont étudiés sur les propriétés qui ne sont pas en relation avec les caractéristiques de stabilité thermique. La comparaison entre le JET A 1 et le JP-8 concernant l'additif 'Specific Aid 8Q405' est d'un intérêt tout particulier.<sup>21</sup> Pour une concentration donnée, la conductivité du JP-8 est plus haute, ce qui souligne l'utilité des additifs proposés. On peut supposer que les émissions des moteurs d'aviation augmenteront de façon significative à l'avenir étant donné l'addition d'inhibiteurs de dégivrage, d'inhibiteurs de corrosion, de lubrifiants et d'agents antistatiques. Les résultats des tests officiels n'ont jamais été communiqués par le Gouvernement Américain, qui détient également le brevet.

Le document complet de la 6e Conférence Internationale sur la Stabilité et la Manutention des Combustibles liquides ainsi que les spécifications détaillées des carburants de l'aviation militaire sont inclus dans l'annexe 2

<sup>17</sup> Air BP, the history of Jet fuel, [www.bp.com](http://www.bp.com).

<sup>18</sup>[www.centennialofflight.gov/essay/Evolution\\_of\\_Technology/fuel/Tech21.htm](http://www.centennialofflight.gov/essay/Evolution_of_Technology/fuel/Tech21.htm)

<sup>19</sup> MIL-DTL-83133F 11 April 2008 Superseding MIL-DTL-83133E 1 April 1999

Detail Specification Turbine Fuel, Aviation Kerosene Type, JP-8 (NATO F-34), NATO F-35, and JP-8+100 (NATO F-37).

<sup>20</sup> US patent 20050274063 – jet fuel additive concentrate composition and fuel composition and methods thereof, filed June 13th 2003, published December 15th 2005.

<sup>21</sup> B. Dacre and J. Hetherington, Electrical Conductivity of HITTS Additive Packages for the JP-8+100 Program, Rutherford Laboratory, Royal Military College of Science, Swindon, UK, 1997, Table 1, page 325.

### **3.3. REGLEMENTATIONS CONCERNANT LES MOTEURS D'AVIATION :**

### 3.3.1. Normes de Certification :

Les émissions des moteurs de l'aviation civile sont réglementés. L'Autorité de l'aviation civile du Royaume-Uni publie une banque de données contenant l'information sur les émissions des gaz d'échappement pour les avions qui sont en service. Les fabricants des moteurs, seuls responsables de l'exactitude de leurs données, fournissent l'information sur base d'un vol d'essai. Les données ont été récoltées lors d'un travail exécuté par l'ICAO (International Civil Aviation Organisation - l'OACI) pour le CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection) mais ces données n'ont pas été vérifiées de façon indépendante, sauf indication contraire. Le UK CAA est dépositaire de cette banque de données au nom de l'OACI et n'est pas responsable de son contenu. <sup>22</sup> Ceci révèle déjà deux maillons faibles:

- s
- Les fabricants fournissent des données basées sur quelques vols d'essai. Leur crédibilité n'est pas vérifiée par un autre organisme. On est obligé de faire confiance au système qualité de la compagnie.
- Les avions militaires sont actuellement soustraits à ce système de normes réglementaires étant donné que certains avions sont équipés de moteurs qui ne sont plus en usage dans l'aviation commerciale. <sup>23</sup> Alors que ces avions sont équipés de moteurs plus anciens n'ayant donc en général pas de certificat acoustique et de ce fait n'étant en principe pas autorisés à atterrir sur les aéroports civils, ils sont quand même autorisés à traverser notre espace aérien et à atterrir sur les bases de la Force Aérienne où ces restrictions n'existent pas.
- Etant donné que l'OACI n'émet que des normes et ne publie que des procédures recommandées qui doivent être intégrées dans les législations nationales, cela permet à certains pays de promulguer des dérogations concernant l'émission des gaz d'échappement.

Les normes d'applications de la réglementation sont celles reprises dans 'Standard & Recommended Procedures' de l'OACI, Annexe 16, Volume 2 (moteurs subsoniques), Partie III et contient également des normes concernant la fumée, les hydrocarbures non brûlés (HC), le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'Azote (NOx).

PARAMETRES	NIVEAUX REGLEMENTAIRES <sup>24</sup>
Indice de fumée (smoke number -SN)	$83,6 \times (F_{\infty})^{0,274}$ ou 50, peu importe lequel plus bas; et $F_{\infty}$ = puissance nominale du moteur.
Hydrocarbures (HC)	$D_p / F_{\infty} = 19,6$ ; et $D_p$ = la masse exprimée en grammes de polluants émise lors de l'atterrissage et le décollage de référence.
Monoxyde de Carbone (CO)	$D_p / F_{\infty} = 118$
Oxydes d'Azote (NOx)	Taux variables en fonction de l'âge du moteur et le rapport de pression du moteur, valeurs allant de $DP / F_{\infty} = 40 + 2\Pi^{\infty}$ (production avant 31-12-95) $DP / F_{\infty} = 40 + 2\Pi^{\infty}$ (production avant 31-12-95) du moteur 82,6 ou plus ) et $\Pi^{\infty}$ = rapport de pression du moteur

Renvoi à l'annexe 3 pour une explication plus détaillée de ces paramètres.

<sup>22</sup> ICAO Aircraft Emissions Engine Databank, UK CAA, Updated July16th 2007.

<sup>23</sup> Aircraft Engine Speciated Organic Gases: Speciation of Unburned Organic Gases in Aircraft Exhaust, Assessment and Standards Division Office of Transportation and Air Quality U.S. Environmental Protection Agency and AEE-300 - Emissions Division Office of Environment and Energy Federal Aviation Administration, FAA publication. May 2009, page 3.

<sup>24</sup> ICAO Aircraft Emissions Engine Databank, chapter 7, regulatory standards, UK CAA, Updated July16th 2007.

### 3.3.2. Etude de cas : émissions des moteurs civils par rapport aux moteurs militaires:

#### 3.3.2.1. Exposition :

L'introduction de ces niveaux réglementaires était une bonne initiative qui permettait d'éliminer des jets commerciaux obsolètes à moins que ces avions aient été rénovés et réajustés au stade III. <sup>25</sup> De plus, la banque de données fournit des renseignements sur des moteurs qui ne doivent pas respecter les émissions standards mais qui au contraire ont bénéficié de dérogations considérables. Ceci démontre clairement que le système n'est pas infaillible étant donné qu'il permet trop de dérogations.

Pour faire le point, examinons de plus près 3 différents types de moteurs :

- a) Le PW4048, nouvelle génération, qui équipe le Boeing 777
- b) Le JT 3D - 3B encore en usage sur les bombardiers KC 135 et B - 52H
- c) Le CFM 56 - 36 étudié par la NASA lors de l'étude APEX, voir paragraphe 3.2.



Les tests sur les moteurs Pratt & Whitney PW4048 qui équipent le Boeing 777 furent effectués du 26 avril au 2 mai 1994 pour les mesures dans la banque des données de l'OACI. <sup>26</sup>



L'avion citerne KC 135 st une version militaire du Boeing 707 équipé de moteurs JT 3D -3B ,testés entre 1972 et 1974. Une autre version, le E - 3 Sentry mieux connu sous le nom AWACS ( Airborne Early Warning & Control System ) est équipé de TF33 - PW100A d'Inter Turbine Technologies et ne sont pas repris dans la Banque des données de l'OACI. <sup>27</sup>

<sup>25</sup> Air Navigation (Aircraft Noise) Regulations, Statutory rules 1984 N°188 as amended, February 22nd 2002, Office of Legislative drafting, Attorney-General's Department, Canberra, Australia.

<sup>26</sup> Boeing Photo, credit K63367-05

<sup>27</sup> Image Courtesy of the United States Department of Defence

### 3.3.2.2. Résultats des tests

La comparaison des données sur les émissions des différents moteurs tels que obtenus sur la feuille des données d'essais est très intéressante :

PARAMETRES	PW4048 (Boeing 777) <sup>28</sup>	JT3D - 3B (KC135/ B52H) <sup>29</sup>	CFM56 -3C (APEX test) <sup>30</sup>
Indice de Fumée SN (standard 50)	10,5	54,50	9,9
Hydrocarbure (standard 19,6)	2,90	303,30	4.3
Monoxyde de Carbone CO (standard 118)	19,50	288,10	65,7
Oxydes d'Azote (NOx) (standards) 42,69 pour le KC135 79,38 pour le B777135 23,35 pour les moteurs (testés dans l'Apex)	68,80	34,30	53,1

Les résultats des tests peuvent être interprétés de la manière suivante :

- Les données obtenues pour le CFM56-3C, reprises en vert sur le tableau, sont les valeurs cibles. Ce type de moteur respecte toutes les normes réglementaires et sera utilisé pour établir les émissions d'HC par les autres types de moteurs.
- Les avions plus anciens comme l'avion-citerne KC135 et le bombardier B-52H émettent de substantielles quantités d'émissions gazeuses. La valeur des oxydes d'Azote (NOx) du JT3D-3B est inférieure à celle du Boeing 777 et est la conséquence de son rapport de pression du moteur moins élevé. Au plus le moteur a une puissance disponible, au plus l'émission d'azote est élevée. Ceci est considéré comme étant normal.
- Pour des raisons inconnues, des dérogations ont été obtenues sur les fiches techniques de l'OACI pour le moteur JT3D-3b (voir appendice 3): 395,4 pour les HC et 328,2 pour le CO. Ceci est en fait une augmentation royale de 207,6% pour les émissions des HC et de 278,2 pour le monoxyde de carbone.
- Si on extrapole les résultats des tests comme publiés au paragraphe 3.2.2. pour le CFM56-36, le poids actuel de chaque composant chimique est amplifié par un facteur inconnu. On peut supposer que p.ex. l'éthylène pourrait dépasser 100 fois les données des tests d'essai de 0,77 de rapport d'émission en mmole/mole (voir appendice 1). Il n'y a aucun doute que voler avec des avions équipés de moteurs obsolètes a un effet négatif sur la santé publique.
- En dehors de certaines petites compagnies aériennes dans des endroits éloignés, le moteur JT3D-3B est exclusivement en usage auprès des forces militaires qui elles ne sont soumises à aucune restriction de ce genre. Bien qu'aucune donnée n'est disponible pour les moteurs E-2/E-3 qui équipent le Sentry 'AWACS', on peut supposer que leurs émissions sont similaires. Effectivement, certaines forces aériennes comme la Royal Air Force, l'Armée Française de l'Air et les Forces Saoudiennes ont déjà remplacé leurs moteurs E-3 par des moteurs CFM contemporains.

Dans l'appendice 3, on peut trouver les copies des documents de l'OACI concernant les 3 types de moteurs

<sup>28</sup> ICAO Engine Exhaust Emissions Databank, Subsonic Engines, PW4084, July, 18th 2007.

<sup>29</sup> ICAO Engine Exhaust Emissions Databank, Subsonic Engines, JT3D-3B, October, 1st 2004.

<sup>30</sup> ICAO Engine Exhaust Emissions Databank, Subsonic Engines, CFM56-3C-1, October, 1st 2004.

### 3.3.2.3 Nombre d'unités produites pour le Stratotanker KC-135:

Pour savoir si les données sur les émissions excessives de ces avions militaires sont statistiquement significatives, il est nécessaire de savoir comment ils ont été construits et il est nécessaire de connaître la part du trafic militaire par rapport au trafic global de l'aviation. La production des KC135 a cessé en 1965. En 1988, la compagnie Boeing a procédé à une légère rénovation de 746 avions.<sup>31</sup> Environ 410 avions ont été équipés depuis avec des moteurs CFM56.<sup>32</sup>

De plus, une série de 33 E-3 Sentry 'AWACS' ont été construits dont 17 en service dans les forces de l'OTAN. Cet avion qui n'a pas été rénové (équipé) avec des moteurs CFM<sup>33</sup> opère en grande partie à partir de Geilenkirchen AFB (Allemagne - frontière hollandaise) avec une équipe internationale sous drapeau luxembourgeois et apparemment avec un numéro d'immatriculation civil. La raison de ceci semble assez complexe. Dans un résumé officiel émanant de l'OTAN il est déclaré qu'il n'est pas possible d'employer un marquage pour chaque pays membre. L'OTAN a dû trouver un pays membre dont la législation dans ce secteur était suffisamment accommodante pour fournir le Commandant de la Force, qui aurait suffisamment de liberté et de flexibilité pour composer les équipages requis et organiser les opérations de maintenance'.<sup>34</sup> Aussi, l'enregistrement des E-3 a été demandé au plus petit pays de l'OTAN, le Luxembourg.



Remarquez le drapeau luxembourgeois sur la queue et en dessous de l'aile de cet E-3A sentry à Geilenkirchen AFB, le n° d'enregistrement est un numéro civil code LX. Cet avion est toujours équipé de moteurs TF-33—PW100A (site officiel de l'OTAN – AWACS)

Il est assez intrigant de noter que des avions avec immatriculation semi civile luxembourgeoise ne sont pas obligés à être conformes aux valeurs de certification relatives aux émissions des réacteurs d'avions de la banque de données de l'OACI et qu'ils peuvent agir à leur propre convenance. De plus, Mr. D. Rumsfeld, ancien ministre de la Défense sous l'administration Bush, a déclaré que le programme de transformation des B-52 et des KC-135 ne serait que partiellement exécuté étant donné les coûts élevés de ces transformations.<sup>35</sup> Une expertise de l'OTAN a suggéré que les avions AWACS seront tenables au-delà de 2025'.<sup>36</sup> Ces vieux avions avec émissions élevées d'HC et de CO, voleront encore dans les airs pendant pas mal de temps. Le fait que Geilenkirchen AFB ne sera pas fermée en 2025 comme prévu, mais qu'on y projette même une extension des pistes, souligne ceci.<sup>37</sup>

<sup>31</sup> Boeing Integrated Defence Systems website, Stratotanker overview.

<sup>32</sup> CFM News, USAF expands CFM56-2-powered RC-135 fleet, July, 22nd 2002.

<sup>33</sup> CFM News, USAF expands CFM56-2-powered RC-135 fleet, July, 22nd 2002.

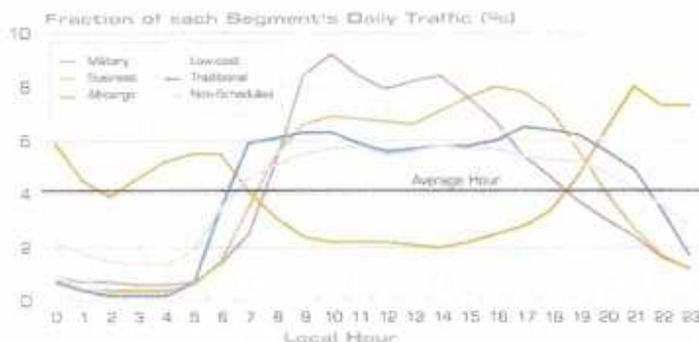
<sup>34</sup> Official NATO Airborne Early Warning and Control Force website [www.e3a.nato.int](http://www.e3a.nato.int), E-3A Component, FAQ, Question 14 'Why is there a red lion on the tail?'

<sup>35</sup> Global Security, SECAF lays out case for tanker upgrade, Master sgt S. Elliott, Air Force Print News, March 7th, 2003.

<sup>36</sup> NATO Airborne Early Warning and Control Program, US Air Force Maj. Gen. G. Winterberger, NAEW&C Force Commander and P. McCaffrey NAPMA, Plans and Evaluation Division, March 2nd, 2005.

### 3.3.2.4. Pourcentage du trafic aérien militaire par rapport au trafic aérien global :

Bien que la majorité du trafic aérien est civil, les opérations militaires représentent quasiment la part la plus importante dans l'aviation.<sup>38</sup>



Selon les statistiques d'Eurocontrol , le trafic militaire comprend la part la plus importante entre 08h du matin et 15h de l'après-midi. Il est évident que le trafic militaire ne consiste pas uniquement en vols d'avions citerne et d'E-3 Sentry, mais on doit tenir compte du fait que des ressources importantes sont nécessaire pour permettre aux Forces de l'Air de rester opérationnelles; unités à vocations multiples et unités au sol dans les zones en crise et ceci nécessite beaucoup de manoeuvres logistiques sous forme de transport aérien. Ce trafic ne comprend pas seulement des avions modernes comme les Globemaster C-17, mais aussi des avions obsolètes comme le Lockheed C-130 qui est encore utilisé dans les Forces de l'Air et qui n'est pas un sujet d'étude dans cette enquête . Néanmoins quand on considère qu'une partie du trafic cargo civil est affectée au profit de l'armée, on peut supposer que la part militaire dépasse de 10% à intervalles réguliers.

### 3.3.2.5. Conclusions de cette étude de cas :

La conclusion logique obtenue en combinant les données mentionnées plus haut est la suivante : Le segment militaire est statistiquement important et des avions produisant des émissions excessives de CO et de NOx sont encore largement employés, bien que, les avions comme le KC135 et l'E-3 'se conforment' aux standards de l'OACI et les procédures recommandées.

Ceci est vraiment inacceptable étant donné que l'aviation civile fait des efforts pour se conformer aux exigences gouvernementales. Des efforts doivent être faits par les politiciens pour exiger le retrait graduel de ces avions équipés de moteurs qui ne sont pas conformes aux normes établies par l'OACI. Ceci comprend une flotte de 300 KC-135 aux Etats-Unis et tous les E-3 Sentry basés à Geilenkirchen. A cet égard, il est totalement absurde que cette flotte aérienne soit autorisée à manoeuvrer sous un n° d'enregistrement luxembourgeois en tenant compte aussi que ces moteurs ne sont même pas repris dans la banque de données de l'OACI.

<sup>37</sup> De Limburger, Limburgs dagblad, 'Basis Awacs blijft ook na 2025 gewoon open', December 15th, 2009.

<sup>38</sup> Eurocontrol Trends in Air Traffic, Volume 5, Dependent on the dark: cargo and other night flights in European Airspace, 2009.

## 4. EFFETS DES CONTRAINTES SUR LE CLIMAT

Il ne nous reste plus que quelques décennies avant que les chances de pouvoir éviter les menaces auxquelles nous sommes confrontés seront perdues et les perspectives pour l'humanité incommensurablement diminuées. Nous, les membres signataires de la Communauté Scientifique, alertons toute l'humanité pour l'avenir qui nous attend. Un grand changement dans la gestion de la terre et de la vie doit être opéré si on veut éviter une vaste misère humaine et une mutilation irréparable de notre planète terre.

'Scientifiques du Monde, Avertissement à l'humanité'  
document signé par 1600 scientifiques séniors de  
de 71 pays et publié dans Time Planet of the Year,  
le 18 novembre 1992.

Publication rejetée par le New-York Times et le  
Washington Post comme ayant peu intérêt  
à être publié.

## 4. EFFETS DES CONTRAILS SUR LE CLIMAT :

### 4.1. Effets des contrails sur la formation des nuages :

#### 4.1.1. Caractéristiques des cirrus:

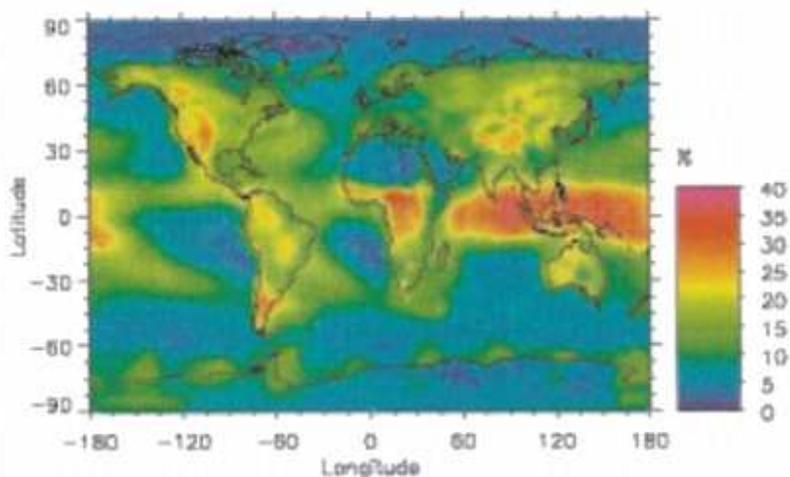
Les cirrus ( OMM abr. Ci) se forment quand la vapeur d'eau se transforme en cristaux de glace à des altitudes au dessus de 8000 m dans les régions hautes de la troposphère.

L'altitude exacte dépend aussi de la hauteur de la tropopause, de la limite avec la stratosphère et des niveaux plus élevés de l'atmosphère terrestre. Cela implique que la formation des cirrus se fera à une altitude plus basse en région polaire qu'à l'équateur.

Etant donné qu'à une haute altitude l'humidité relative est faible, les cirrus sont très fins. Des traînées de précipitations parfois appelées Virgae, se forment lorsque les cristaux de glace tombent des cirrus. Le changement des vents associé à la hauteur et la vitesse à laquelle les cristaux tombent déterminent la forme et la taille des traînées de précipitations. Etant donné que les cristaux de glace tombent moins vite que les gouttelettes d'eau, les traînées de précipitations ont tendance à s'étirer horizontalement et verticalement. Les traînées des cirrus peuvent se présenter comme une ligne droite, avoir la forme d'une virgule ou être mêlées les unes dans les autres. Lorsque la vitesse du vent augmente, et à haute altitude, les cirrus peuvent s'étendre au dessus de vastes régions. Ceci est particulièrement le cas aux abords des courants jets qui fractionnent les cellules des différentes couches de la tropopause. On peut parfois voir ces nuages se déplacer rapidement.<sup>39</sup>

D'autres types de nuages sont associés aux cirrus comme les cirrostratus (OMM abr. Cs) et les cirrocumulus ( OMM abr. CC) mais ceux-ci sont généralement associés aux systèmes de fronts (descendants) et sont omis dans cette étude.

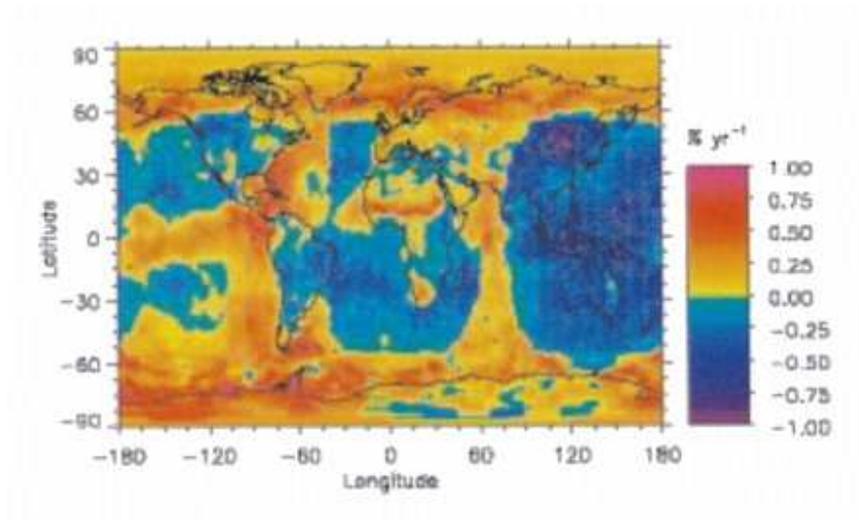
Bien que paraissant fins, les cirrus peuvent occuper une part importante du ciel, jusqu'à 30 % et parfois plus dans certaines régions - en termes météorologiques appelés 'nuages épars ou ciel partiellement nuageux' ( scattered - SCT) et 'nuages fragmentés' ( broken clouds - BRN ). La transmittance de la lumière directe et diffuse est d'environ 80%.<sup>40</sup>



Carte du monde reprenant la couverture moyenne par les cirrus. Données de l'ISCCP . Ces données couvrent la période de 1984 à 1999.

<sup>39</sup> WMO website, Meteorological Codes for high altitude clouds.

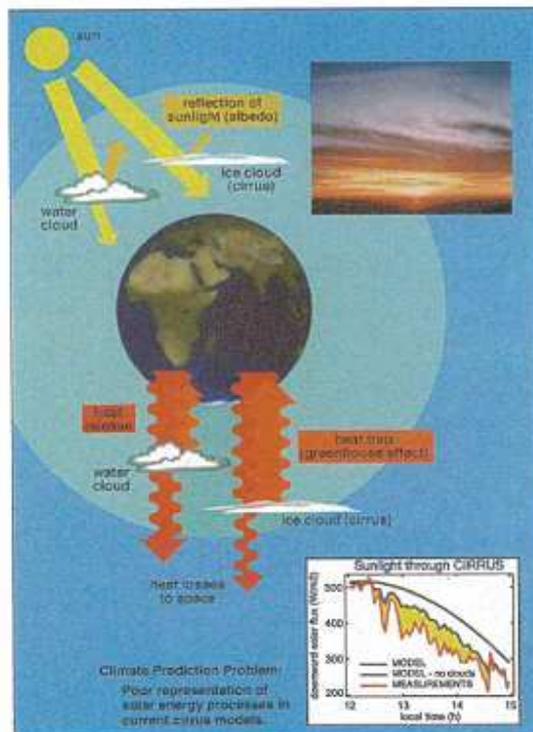
<sup>40</sup> Is there a trend in Cirrus cloud cover due to aircraft traffic?, F. Stordal et al., Atmos. Chem. Phys., 5, (2005) 21555-2161.



Variation de la couverture par les cirrus exprimé en % entre les deux périodes 1992-1999 et 1984-1991.<sup>41</sup>

#### 4.1.2. Impact des cirrus sur le climat :

Le climat sur terre est le résultat d'une balance énergétique entre la lumière du soleil absorbée et les pertes radiatives de la chaleur de la terre et de son atmosphère dans l'espace. Les nuages sont un modulateur important dans cette balance. Les nuages réfléchissent la lumière du soleil vers l'espace, ce qui réduit l'énergie solaire disponible sur terre - aussi appelé l'effet Albédo. Les nuages réduisent aussi les pertes radiatives vers l'espace ( effet de serre). La diminution de l'un ou de l'autre processus dépend de beaucoup de paramètres comme la couverture et la localisation des nuages. Un changement d'un de ces paramètres peut avoir des implications importantes sur le climat.<sup>42</sup>



<sup>41</sup> Idem as footnote 40.

<sup>42</sup> Kinne S., Cirrus Clouds and climate, NASA Ames Research Center webpage.

L'effet de serre est faible pour les nuages de basse altitude, aussi leur effet Albédo domine et ils refroidissent le climat de la terre. Au contraire, les cirrus froids de haute altitude peuvent soit réchauffer, soit refroidir le climat. Ceci se révélera être un élément clé pour déterminer si les programmes menés de par le monde pour modifier le climat ont pour effet de 'réduire' le 'réchauffement global'.

Les cirrus induisent donc un effet de serre qui peut l'emporter sur les pertes dues à l'effet Albédo. Comme l'importance de chaque effet opposé dépend de façon cruciale des propriétés peu comprises des cirrus, les calculs théoriques des effets des cirrus sont controversés. La plus grande incertitude provient de l'incapacité à calculer la diffusion de la lumière dans les cirrus étant donné qu'ils contiennent une quantité de cristaux de glace de formes et de tailles différentes et irrégulières. De plus Stefan Kinne de la NASA Ames Research Center affirme clairement que l'effet Albédo des cirrus est sévèrement sous-estimé dans les calculs.<sup>43</sup>

Ceci prouve que la connaissance dans ce domaine de la science est assez limitée et une recherche extensive et approfondie est absolument nécessaire pour permettre de comprendre pleinement l'impact des cirrus sur le climat. Il est intéressant de constater que la preuve de l'existence de cirrus dans la stratosphère a déjà été établie.<sup>44</sup>

#### **4.1.3. Développement des contrails en cirrus :**

Les contrails, phénomènes artificiels, ne sont pas répertoriés comme tels dans la classification des nuages de l'OMM. Dans la partie du document traitant des nuages supérieurs, les seuls liens possibles avec les contrails sont les 'cirrus uncinus', filaments ou les deux et qui envahissent progressivement le ciel - code OMM 0509, section 4. Voir l'appendice 4 pour la classification complète des nuages selon l'OMM.

Étant donné que les contrails ne sont pas répertoriés dans la classification de l'OMM, il n'existe logiquement pas d'instrument pour les classer ou pour permettre de les inclure dans les prévisions météorologiques. (TAF pour l'aviation, Terminal Aerodrome Forecast). Quand les contrails se transforment en cirrus, ils sont tout simplement repris comme tels dans le bulletin d'informations météorologiques; (METAR pour l'aviation). Comme il n'existe pas d'instruments pour les mesurer, la plupart des météorologistes limitent leur impact sur le climat au seul phénomène 'esthétique'.

Tous les contrails ne se transforment pas en cirrus. Les émissions des avions, comme expliqué au paragraphe 3.2.2., sont en fait des aérosols, des particules microscopiques suspendues dans l'air.<sup>45</sup> Elles agissent comme un ensemencement: des molécules d'eau peuvent se condenser ou geler et former des particules de nuages.

L'acide sulfurique ( $H_2SO_4$ ) augmente, étant le résultat d'un processus d'oxydation en phase gazeuse. Des particules de suie sont chimiquement activées par l'anhydride sulfurique ( $SO_3$ , une composante de soufre et d'oxygène) et en présence d' $H_2O$  créent un enrobage partiellement liquide d' $H_2SO_4 / H_2O$ . Avec davantage de refroidissement, des gouttelettes de liquide de ' $H_2SO_4 / H_2O$ ' sont formées par nucléation homogène binaire par lequel ces chemi-ions agissent comme des centres de nucléation privilégiés. Ces aérosols grandissent en taille par condensation et coagulation. La coagulation entre ces particules volatiles et la suie augmente cet enrobage et forme un aérosol mixte  $H_2SO_4 / H_2O$  - suie qui à la longue est éventuellement récupéré par d'autres particules. Si la saturation d'eau est atteinte dans le panache, un contrail se forme. Des particules de glace sont créées dans le contrail principalement par le gel des aérosols émis. Le piégeage des particules émises et davantage d' $H_2O$  mène à l'accroissement de la masse de glace.

---

<sup>43</sup> Kinne S., Cirrus Clouds and climate, NASA Ames Research Center webpage.

<sup>44</sup> Keckhut P., Hauchecorne A., Bekki S., Colette A., David C., and Jumelet C., Evidences of thin Cirrus clouds in the stratosphere at mid-latitudes, Service d'Aéronomie/Institut Pierre-Simon Laplace, CNRS, Verrières le Buisson, France, Received: 28 December 2004 - Accepted: 17 January 2005 - Published: 21 June 2005

<sup>45</sup> NASA Facts, Glenn Research Center, Article FS-2000-04-010-GRC, Safeguarding our atmosphere, Glenn Research reduces harmful aircraft emissions.

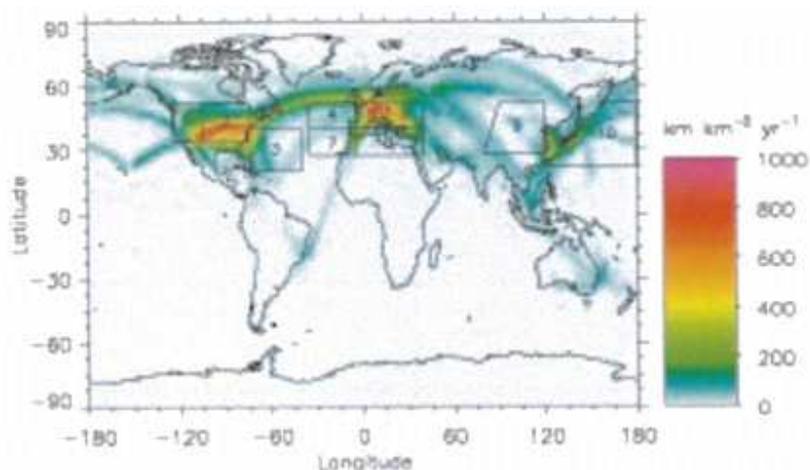
Le contrail persiste dans un air supersaturé en glace et peut développer un cirrus. Les contrails éphémères et les contrails persistants rendent des particules résiduelles dans l'atmosphère qui s'évaporent. Les délais de piégeage sont très variables et dépendent des gaz éjectés, de la distribution et de l'abondance des aérosols résiduels ainsi que des débits de brassage du sillage.

Ceci signifie que la formation des contrails ne dépend pas uniquement de la quantité d' HC, de CO et de NOx dans les gaz éjectés mais aussi du type de carburant employé. A cet égard, il est probable que les anciens turboréacteurs volant avec des carburants additionnés d'additifs comme souligné dans l'étude de cas, produisent plus de contrails persistants.

#### 4.1.4. : Impact de l'aviation sur la formation des cirrus artificiels :

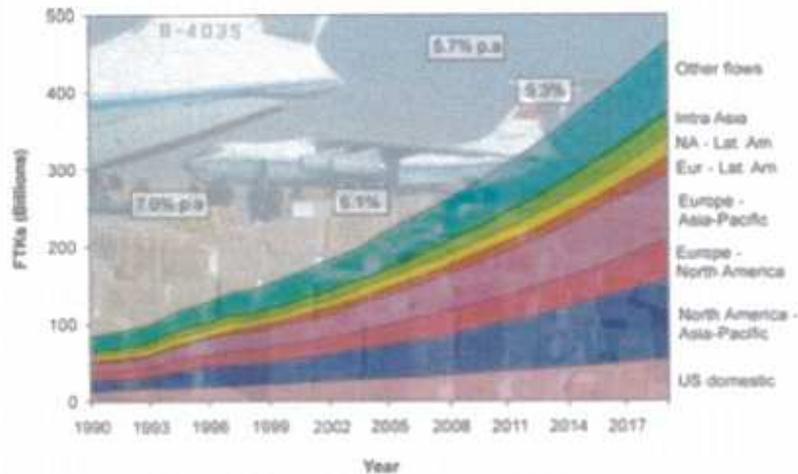
Avant de discuter de l'impact possible des contrails sur le climat, il est nécessaire d'identifier les routes aériennes les plus employées et d'évaluer l'évolution du trafic aérien dans les années à venir.

La configuration du trafic le plus dense est situé entre la côte est- ouest des Etats-Unis, au dessus de l'Atlantique Nord et la plupart des villes européennes. Quand nous regardons les tendances concernant l'aviation commerciale, le nombre de vols pourrait au moins doubler dans les 10 années à venir. Dans le but d'éviter une saturation de l'espace aérien sur les routes les plus fréquentées, les agences de contrôle du trafic aérien comme la CANAC à Bruxelles ont anticipé ce développement en introduisant des nouveaux espaces aériens avec utilisation de transpondeurs ( Mode S ) en 2009 afin de permettre des standards de séparation plus étroits entre les avions.



Cette carte montre les distances parcourues pour l'année 2000 entre 9800m et 1160m d'altitude. Cette carte montre également 10 régions dans lesquelles une relation entre la densité des vols et les tendances à la formation de cirrus a été analysée et prouvée.<sup>46</sup>

<sup>46</sup> Is there a trend in Cirrus cloud cover due to aircraft traffic?, F. Stordal et al., Atmos. Chem. Phys., 5, (2005) 21555-2161.



Le graphique montre la projection de l'accroissement du fret en FTK ( fret ton kilomètres ) selon l'estimation de Boeing Corporation en 2002.<sup>47</sup>

L'augmentation du trafic aérien prévu pour 2009 a été entravé par la pire crise financière depuis la grande dépression des années 30 mais cette augmentation se situe quand même au niveau de l'augmentation prévue pour 2007 - une augmentation de 28% par rapport à l'année où le graphique ci-dessus a été élaboré.

D'après le Quantity Project Group qui étudie l'impact des systèmes de transport en Europe sur le climat, la quantité de cirrus tend en général à diminuer sur notre planète, excepté dans les régions à fort trafic aérien. En Europe, on estime que la couverture de cirrus pouvant être attribuée au trafic aérien, augmente de 1 à 2% tous les 10 ans. La couverture nuageuse attribuée à l'aviation couvrirait 3 à 5 % du ciel européen.<sup>48</sup>

Selon la même source on observe une tendance similaire d'accroissement de la couverture de cirrus allant de pair avec l'augmentation de carburant pour l'aviation. Néanmoins l'augmentation de la consommation de carburant est moins importante (33% de 1992 à 2000) que l'augmentation des distances parcourues (+ 44%). Ceci s'explique par le fait que les moteurs sont plus efficaces. Le trafic aérien militaire a aussi augmenté de façon significative depuis la 2e Guerre du Golf et la 'Guerre contre le Terrorisme' qui en est découlée. Des escadrons de la Garde Nationale avec une technologie plus ancienne ont été remis en activité.

Whiteleg et Cambridge de l'Institut Environnemental de Stockholm déclarent formellement que l'aviation est une menace pour tous les acteurs:<sup>49</sup>

- Au niveau global: elle affecte tous les écosystèmes.
- Au niveau régional: p. ex. le théâtre Européen
- Au niveau local: p ex vivant aux alentours de l'aéroport de Francfort.
- Au niveau communautaire : vivant aux abords immédiats de l'aéroport de Francfort.
- Impact sur la santé : maladies possibles à tous niveaux.

<sup>47</sup> Whiteleg J and Cambridge H, Aviation and Sustainability, Stockholm Environment Institute, 2004.

<sup>48</sup> EU FP6 Integrated Project Quantify, Quantifying the climate impact of global and European Transport Systems, 2006.

<sup>49</sup> Whiteleg J and Cambridge H, Aviation and Sustainability, Stockholm Environment Institute, 2004, page 15.

GLOBAL	REGIONAL	LOCAL	COMMUNAUTE	IMPACT SUR LA SANTE
Dioxyde de carbone	Contrails	Dioxyde de soufre	Exposition au bruit	Affections Pulmonaires
Formation de cirrus	acidification	Ozone	Perturbations du sommeil	TVP (thrombose veineuse profonde)
Oxydes d'azote	Perte potentielle de l'habitat	Pollution due de l'habitat	Endommagements aux buildings	Exposition aux Radiations
Modification du climat	Réduction de la biodiversité	Congestion locale du trafic	Perturbations rurales	
Raréfaction de l'ozone		Matières Particulaires	Moindre rendement scolaire	
Réchauffement Global				

Les contrails et la formation de cirrus étaient déjà des problèmes 'connus' en 2004. Pourtant aucune action n'a été prise pour résoudre ce problème. La situation est pire: les émissions des avions ont été exclues du Protocole de Kyoto et grâce à cela ' l'aviation se réjouit d'avoir la liberté de continuer à polluer l'atmosphère '. Il a été reconnu maintenant par le Gouvernement du Royaume-Uni (HMSO-2004) que les émissions des avions seront prises en compte. Il ne sera pas capable d'atteindre l'objectif de réduction de 60% des gaz à effet de serre d'ici 2050. <sup>50</sup>

Il y a d'autres indices qui font soupçonner que tout effort pour réduire le rejet atmosphérique des moteurs à réaction et la pollution subséquente est systématiquement torpillée pour le bien de l'économie globale. Par exemple, l'Agence de presse Reuters rapporte le 23 novembre 2004 que des agences locales contre la pollution de l'air aux Etats-Unis ont abandonné leurs pourparlers avec l'Agence Environnementale et l'Administration fédérale de l'Aviation après 5 années de travail à cause de résultats non acceptables. L'objet de ce programme de bénévoles était de développer un cadre pour réduire la pollution par les matières particulaires (PM) des gaz d'éjection des avions. <sup>51</sup> De nouvelles études ont été menées récemment dans le but de développer des scénarios financièrement acceptables pour contrôler la formation de contrails. Robert Stausen de la DLR (Deutsches Institut für Raumfahrt) en Allemagne a proposé un changement de l'altitude de croisière des avions commerciaux avec comme meilleure option, une réduction de 600 pieds. <sup>52</sup> Néanmoins, baisser l'altitude de croisière des avions signifierait une augmentation notable de la consommation de carburant. Il n'est pas surprenant que ces initiatives sont tenues secrètes par intérêt pour la rentabilité des investissements, qui est très basse voire négative dans ce secteur. (Commencer avec une grosse fortune dans l'aviation pour acquérir une petite fortune.)

Il est indéniable que l'aviation a un impact significatif sur le climat et certains scientifiques admettent que cela n'a pas encore été quantifié. Sausen qualifie la connaissance concernant les cirrus et les contrails comme pauvres. Se reporter à l'appendice 5 pour l'actualisation du forçage radiatif par l'aviation pour l'année 2000.

<sup>50</sup> Same source as footnote 48, page 17.

<sup>51</sup> Truth in aviation: efforts to reduce jet engine air pollution take a set back, Newsletter of the Regional Commission on Airport Affairs, December 2004.

<sup>52</sup> Sausen R, Climate impact by aviation and minimising it by operational means, DLR-Institut für Physik der Atmosphäre, Oberpfaffenhofen, Germany, meeting on environmental impact of air traffic, Brussels, May 3rd 2007.

Un moyen alternatif est d'introduire une taxe carbone pour l'aviation. A part le fait que se serait une opération très profitable pour certains groupes d'intérêts, il est clair que beaucoup de compagnies seraient mises en faillite si une taxe carbone était levée sur leurs activités. Cette taxe provoquerait une perte sèche de 4 millions d'emplois aux Etats-Unis seulement.<sup>53</sup> D'autres pays comme l'Australie et l'Inde se sont opposés à une telle taxe et même si la Communauté Européenne votait une telle loi, l'application en serait probablement significativement différée par des combats d'arrière-garde. Les compagnies 'low cost' deviendraient certainement des entreprises du passé. Même le Protocole de Kyoto peut être considéré comme une simple thérapie occupationnelle pour le développement d'un système lucratif de permis d'émissions.

## **4.2. EFFETS DES CONTRAILS SUR LA TEMPERATURE :**

### **4.2.1. Variations de l'amplitude quotidienne de la température sous l'influence des contrails :**

Il est clair que les émissions des avions ont un impact sur le climat mais il est difficile de le mesurer parce que l'aviation fait partie de la vie quotidienne. Il y a néanmoins eu une opportunité d'effectuer une étude scientifique fiable au moment où tous les avions des lignes commerciales de l'espace aérien des Etats-Unis ont été cloués au sol pendant 3 jours après les événements du 11 septembre 2001.<sup>54</sup>

L'étude effectuée par David J. Travis, Andrew M. Carlton et Ryan G. Lauritsen rendue publique seulement 2 ans plus tard, a montré une modification, pour cette période de 3 jours, de la moyenne de l'ATQ (amplitude quotidienne de la t°) par rapport aux valeurs normales dérivées des données climatologiques de 1971 - 2000. En septembre 2001, pendant cette période d'interdiction de vol, les relevés des mesures AQT effectués dans des stations à travers les Etats-Unis, ont montré un accroissement de la température d'environ 1,1°C en comparaison avec les valeurs normales.<sup>55</sup>

Cette hausse est plus importante que n'importe quelle hausse enregistrée dans une période de 11 - 14 septembre durant les 30 dernières années donnant ainsi des armes aux critiques qui déclarent que les conditions atmosphériques pendant cette période ( 11-14 septembre 2001) étaient extraordinaires et qu'aucune conclusion scientifique ne pouvait en être déduite. Plus surprenant est le fait que la hausse de l'AQT dépassait plus de 2 fois la moyenne matinale dans les régions des Etats-Unis où il avait été rapporté précédemment que la couverture en contrails était la plus abondante comme les régions du Midwest, du North East et du North West.<sup>56</sup> Dans les jours qui ont suivis le 14 septembre 2001, quand les opérations de l'aviation civile ont repris, on a constaté une chute de la température d'environ 0,8°C, ce qui démontre un retour aux conditions 'normales'. Ceci souligne l'impact des contrails sur la température de l'air de surface au niveau global avec un effet de refroidissement remarquable, diminuant très spécifiquement les températures journalières maximales. Une nouvelle preuve de l'effet significatif de l'aviation sur le climat a pu être constatée après l'interdiction massive des vols lors de l'émission du volcan islandais en 2009.

---

<sup>53</sup> Kreutzer D, Ph.D., The economic impact of cap and trade, testimony before the energy and commerce committee U.S House of Representatives, April 22, 2009.

<sup>54</sup> Nature, Volume 418, August,8 2002, Contrails reduce the daily temperature range, a brief interval when the skies were clear of jets unmasked an effect on climate.

<sup>55</sup> Travis D.J., Carleton A.M. and Lauritsen R.G, Regional variations in U.S. diurnal temperature range for the 11-14 September 2001 aircraft groundings: evidence of jet contrail influence on climate, Journal of Climate, Volume 17, published March 1st 2004.

<sup>56</sup> DeGrand J., Carleton A.M., Travis D.J. & Lamb, P.J. Appl. Meteorol, 39, 1434-1459, published in 2000.

Il est encore trop tôt pour évaluer la qualité de l'étude mais le Kings College of London affirme que ' les aéroports sont des pollueurs de l'air '.

L'annexe 6 reprend l'étude complète des AQT durant la période des événements du 11 septembre , le résumé de l'article du magazine 'Nature' ainsi que le communiqué de presse du 22 avril 2010 du Kings College of London.

#### 4.2.2. Réchauffement global potentiel dû aux émissions des moteurs d'aviation :

Après les premiers rapports sur le 'Climate Gate', manipulations délibérées et intentionnelles publiées par le GIEC, rapports qui ont fait surface au sommet de Copenhague sur le Changement Climatique en 2009 , on peut se demander s'il y a réellement un réchauffement global.<sup>57</sup> Un changement de climat est un terme plus approprié.

Cependant le potentiel de réchauffement global (PRG) dû au rejet des émissions des réacteurs n'est pas négligeable. Le PRG quantifie l'impact qu'a un gaz à effet de serre sur le réchauffement global exprimé sur une période de 100 ans. Le PRG de chaque gaz à effet de serre dépend de sa capacité à absorber la chaleur de l'atmosphère. Par définition, le CO2 est pris comme référence avec un PRG égal à 1. Les valeurs des PRG permettent d'exprimer une augmentation ou une réduction de chaque gaz à effet de serre par rapport à une réduction équivalente de CO2 sur une période de 100 ans. Le tableau 4.2.2-1. énumère le PRG des gaz à effet de serre repris dans le protocole de Kyoto ainsi que d'autres en relation avec les émissions des avions :<sup>58</sup>

GAZ A EFFET DE SERRE	FORMULE CHIMIQUE	GRP A L'HORIZON 100
Dioxyde de carbone	CO <sub>2</sub>	1
Méthane	CH <sub>4</sub>	21
Protoxyde d'azote	N <sub>2</sub> O	310
Perfluorobutane	C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>	7000
Perfluoroxyclobutane	c-C <sub>4</sub> F <sub>8</sub>	8700
Hexafluoride de soufre	SF <sub>6</sub>	23900

Le PRG des gaz à effet de serre est assez élevé. Selon une étude de l'Institut de l'environnement, les gaz à effet de serre interviennent pour 3,5 % dans la contribution de l'homme au réchauffement global ceci en ce qui concerne l'emploi du combustible fossile. En 2050, ce pourcentage pourrait atteindre de 4 à 15%. (Données du GIEC, pour autant que ces données ne sont pas falsifiées. cfr 'Climate Gate ').<sup>59</sup>

Néanmoins, ce réchauffement potentiel n'est pas réalisé comme l'a pu conclure l'étude de l'après 11 septembre 2001. Il y a 3 raisons possibles à ceci :

<sup>57</sup> Climate change: this is the worst scientific scandal of our generation, Daily telegraph, November 28th 2009.

<sup>58</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 1995: The Science of Climate Change [Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996], Table 2-9, "Radiative Forcing of Climate Change," p. 120.

<sup>59</sup> Whiteleg J and Cambridge H, Aviation and Sustainability, Stockholm Environment Institute, 2004, page 17

- L'effet de refroidissement dû à la formation de contrails et consécutivement de ' Cirrus ' l'emporte sur le PRG dû aux émissions gazeuses des turboréacteurs. Aucune étude scientifique connue n'a été faite à ce sujet.
- Des additifs supplémentaires ont été incorporés dans le carburant pour contrer le réchauffement global.
- Une combinaison des deux scénarios.

Comme il sera expliqué dans un paragraphe différent, plusieurs brevets ainsi que des rapports de recherches scientifiques existent pour l'ensemencement des nuages dans le but de contenir le réchauffement global.

### **4.3. EFFETS DES CONTRAILS SUR LES PRECIPITATIONS.**

#### **4.3.1. Principes de la précipitation :**

Des précipitations se produisent lorsque les conditions suivantes sont réunies:

- Il doit y avoir de l'humidité dans l'air. Une particule d'air froid peut contenir moins d'humidité qu'une particule d'air chaud. L'humidité relative augmente quand la particule d'air est adiabatiquement refroidie (p.ex. lors d'une ascension orographique) ou quand de l'humidité est ajoutée à cette particule (p.ex. une masse d'air prenant l'humidité de l'océan) ou une combinaison des deux.
- Des noyaux de condensation (comme des particules de poussières) doivent être abondants.
- Les gouttes ou les cristaux de glace doivent être plus lourds que les courants ascendants. Les courants d'air montant sont le résultat d'un air instable (l'air froid s'installe au dessus d'une surface chaude) et produit des nuages cumuliformes, des cumulonimbus ou de l'orage qui est sa forme suprême. Au plus haut le courant ascendant, au plus violente sera la précipitation. Dans des conditions météo stables, les gouttes ont tendance à tomber dès qu'elles sont formées et ceci à cause des courants ascendants limités.

De plus, des précipitations sont plus probables de tomber dans des régions à basse pression où des systèmes de fronts peuvent se faulxer; cependant des orages de chaleur peuvent se développer n'importe où sur terre sauf aux pôles où la température ne le permet pas. Un nouveau développement dans le changement climatique est l'apparition de cellules géantes ( supercellules ) avec un important effet rotatif ascendant et qui éclatent dans la stratosphère en énormes rafales, ce qui provoque d'énormes turbulences. Le crash du vol 447 d'Air France en juin 2009 venant de Rio de Janeiro et volant vers Paris est probablement causé par la présence d'une telle cellule sur sa trajectoire de vol. Cet accident a coûté 224 vies.

#### **4.3.2. Relations entre contrails, température et précipitations :**

La question est de savoir si les contrails et leur transformation en cirrus artificiels ont un impact sur les précipitations. En fait 3 éléments, mis en opposition, doivent être distingués:

- a) Les rejets atmosphériques des réacteurs avec production extensive d'aérosols livrent assez de noyaux de condensation qui peuvent former des gouttelettes. Ceci augmente la probabilité de précipitations supplémentaires.
- b) Cependant, comme cela est expliqué dans l'étude du paragraphe 4.2.1, une baisse significative de la température est constatée quand il y a formation de contrails. Etant donné qu'une parcelle d'air froid peut contenir moins d'humidité qu'une parcelle d'air chaud, les précipitations pourraient diminuer
- c) En raison de la formation des contrails dans les parties supérieures de la troposphère, la réduction consécutive de la température pourrait déclencher une instabilité supplémentaire dans l'atmosphère. Par exemple, une particule d'air ascendant dans un cumulonimbus ne rencontrerait quasiment pas de résistance lorsqu'elle approche la tropopause parce qu'elle est toujours plus chaude que l'air environnant. Il se pourrait qu'elle traverse la tropopause pour entrer dans la stratosphère. Seule la couche isotherme de la stratosphère empêche l'orage de s'élancer plus haut. Pour l'énoncer autrement : les contrails peuvent former des supercellules. Peu de recherches ont été faites dans ce domaine mais cette conclusion est seulement une question de logique.

Il est clair qu'il existe une relation entre ces différents paramètres, mais les scientifiques n'ont, à ce jour, pas réussi à quantifier ces paramètres.

Ceci n'est pas nouveau en météorologie : depuis l'introduction de la théorie sur les précipitations de Bergeron - Findeisen (1935) celle-ci a été continuellement évaluée et critiquée<sup>60</sup> mais les scientifiques n'arrivent toujours pas à déterminer pourquoi un seul cumulus se transforme en orage alors que son voisin ne le fait pas.

La même chose s'applique à la discussion suivante. Une étude faite par Yun Qian et collègues, publiée en 2009, a démontré, à l'aide d'observations récoltées sur un long terme que tant la fréquence tant la quantité de pluie fine a diminué dans l'est de la Chine, de 1952 à 2005. L'étude montre une cohérence spatiale importante et ceci est le résultat d'une concentration d'aérosols plus élevée dans l'atmosphère.<sup>61</sup> L'aviation n'a pas été spécifiquement visée dans cette étude mais les émissions des turboréacteurs doivent être considérées ici comme une variable.

Professeur D.Rosenfeld de l'Institut des Sciences de la Terre de l'université hébraïque de Jérusalem a présenté une conclusion étonnante à la question très discutée de savoir si la pollution augmentait ou diminuait les précipitations. La conclusion du groupe de travail est la suivante: Les deux peuvent être vraies et sont fonction des conditions locales environnementales. La quantité d'aérosols est le facteur critique qui contrôle comment l'énergie est distribuée dans l'atmosphère.<sup>62</sup> Dans cette étude, ces chercheurs ont suivi le flux d'énergie à travers l'atmosphère et la façon dont ce flux est influencé par des aérosols et autres particules 'aéroportées'. Sur cette planète, il y a en effet une interaction de l'énergie entre les différentes cellules dans les limites de la troposphère dans le but d'obtenir une température qui permet la vie. ( 15°C dans l'Atmosphère Type Internationale a u niveau de la mer)

Les aérosols agissent de deux manières: Ils agissent, d'une part comme un écran, en réduisant la quantité d'énergie qui arrive au sol, d'où une évaporation diminuée et la masse d'air au niveau du sol restant plus froide et plus sèche avec une tendance réduite à s'élever et former des nuages.

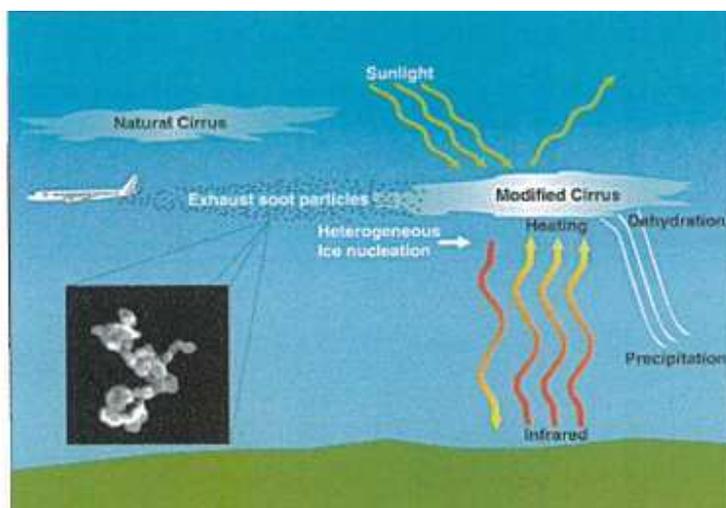


Figure 1 : nuage de glace , modèle microphysique

Les aérosols agissent comme un écran avec comme conséquence une diminution de la quantité d'énergie pouvant atteindre le sol. Certaines sources appellent ce phénomène 'l'Assombrissement Global' (Global Dimming).<sup>63</sup>

<sup>60</sup> Stickley A.B., An evaluation of the Bergeron-Findeisen precipitation theory, Monthly Weather Review, October 1940.

<sup>61</sup> Qian, Y., D. Gong, J. Fan, L. R. Leung, R. Bennartz, D. Chen, and W. Wang (2009), Heavy pollution suppresses light rain in China: Observations and modeling, *J. Geophys. Res.*, 114, D00K02, doi:10.1029/2008JD011575.

<sup>62</sup> Rosenfeld D, Does air pollution increase rainfall?, Hebrew University of Jerusalem, September 5th 2009.

<sup>63</sup> [geo.arc.nasa.gov/sge/jskiles/fliers/gif\\_folder/image10/image10a.gif](http://geo.arc.nasa.gov/sge/jskiles/fliers/gif_folder/image10/image10a.gif)

D'autre part, sans aérosols naturels comme des particules de poussières, il n'y aurait pas de gouttelettes de nuages parce qu'ils agissent comme des points de rassemblement pour capter l'humidité de l'air. Ce sont ces noyaux de condensation dont on parle au paragraphe précédent. Lorsque la gouttelette est formée, l'énergie est libérée sous forme de chaleur pendant le processus de condensation. Ce niveau d'énergie nécessaire au processus d'évaporation est significativement plus élevé que pendant le processus de congélation/liquéfaction (540 calories/gr versus 80calories/gr). Grâce à la libération de la chaleur, la parcelle d'eau devient plus légère que l'air environnant et est autorisée à grossir à nouveau (augmenter). Néanmoins, s'il y a un surplus de ces noyaux de condensation résultant d'une activité naturelle (p.e. une éruption volcanique) ou l'intervention humaine (p.ex. pollution industrielle, contrails), les gouttelettes n'atteignent jamais la masse critique nécessaire pour retomber sur terre comme précipitations parce qu'il n'y a tout simplement pas assez d'eau à partager entre toutes les particules d'aérosols. En outre, un nombre croissant de gouttelettes augmente leur surface globale qui à son tour augmente la réflexion de la lumière du soleil vers l'espace avec comme conséquence le refroidissement et l'assèchement de la terre.

En bref, l'étude du professeur Rosenberg démontre ce qui suit: lorsque la pollution augmente, la quantité de précipitations augmente dans un premier temps, atteignant un maximum et finalement chute brusquement lorsqu'il y a de fortes concentrations d'aérosols. D'un intérêt tout particulier est cette conclusion: 'Le résultat en pratique est le suivant: lorsqu'on ajoute des aérosols jusqu'à une certaine concentration dans un air relativement propre, cela aura comme conséquence une libération maximale de l'énergie disponible qui augmentera les précipitations. Au delà de ce point, un accroissement de la concentration d'aérosols diminuera les précipitations. Ceci ouvre naturellement la possibilité d'un contrôle futur du climat en réglant la quantité d'aérosols qui doit être libérée dans la haute troposphère. Comme le dit le professeur Rosenberg: 'La détermination de cette quantité a des conséquences significatives dans cette époque de changement climatique et plus particulièrement dans ces régions qui souffrent de pollution créée par l'homme et de la pénurie d'eau, y compris Israël'. Ceci est également très vrai: l'alimentation en eau domestique est un atout émergeant au niveau mondial. L'abrégé de l'étude du professeur Rosenberg peut être retrouvée dans l'annexe 7.

#### **4.4. AUTRES EFFETS DES CONTRAILS :**

##### **4.4.1. Déshydratation de la stratosphère due aux contrails :**

On croit que l'extrême sécheresse de la stratosphère est causée par la glaciation et l'assèchement de l'air lorsque celui-ci entre dans la stratosphère en traversant la tropopause tropicale froide. La sédimentation des cristaux de glace des fins cirrus pourrait générer un flux significatif vers le bas de la vapeur d'eau. On a récemment suggéré que les ondes de gravité générées par convection pourrait 'être la cause' de la formation de ces nuages gelés dans la basse stratosphère et que la précipitation des cristaux de ces nuages pourraient intervenir dans le mécanisme de déshydratation de la stratosphère.<sup>64</sup>

Un article assez intrigant est apparu sur le site internet de USA Today le 28 janvier 2010 (à une heure tardive) affirmant que la vapeur d'eau pourrait stabiliser (flatten) la tendance au réchauffement global.<sup>65</sup> Cette déclaration a été publiée pour la première fois dans le 'Science Journal' par la préposée à la recherche Susan Solomon du National Oceanic and Atmospheric Administration à Boulder, Colorado. Solomon était aussi co-présidente d'un des groupes du Comité Intergouvernemental sur le Changement du Climat qui a publié les prévisions définitives sur le réchauffement global en 2007. Le fait que le GIEC s'est enlisé dans un des plus grands scandales concernant le climat et révélé par le Daily Telegraph le 28 novembre 2009, scandale connu sous le nom de 'Climate Gate' avec falsifications importantes des données climatiques et ceci pendant de longues années par le professeur Phil Jones de l'Université d'East Anglia (UEA), n'améliore pas la crédibilité de chaque membre du Comité

---

<sup>64</sup> Jensen, E. J., O. B. Toon, L. Pfister, and H. B. Selkirk (1996), Dehydration of the upper troposphere and lower stratosphere by subvisible Cirrus clouds.

<sup>65</sup> Doyle R., water vapor may flatten the global warming trend, USA Today with contribution of Associated Press, January 28th 2010.

<sup>66</sup> Booker C, Climate change: this is the worst scientific scandal of our generation, Daily Telegraph, November 28th 2009.

A cet égard, il est à remarquer que le ' UK Information Commissioner 's Office ' qui mène l'enquête a décidé que l'UEA a failli à ses devoirs tout en ajoutant qu'on ne pouvait poursuivre les personnes impliquées parce que la plainte avait été déposée trop tardivement .<sup>67</sup> Il semble bien que le 'Climate Gate ' finira à la poubelle à cause des lourdeurs administratives et d'un travail de lobbying minutieusement planifié. Une nouvelle fuite est apparue le 30 janvier 2010 quand le Daily Telegraph (de nouveau lui), a publié que les informations du comité d'experts des Nations Unies sur le changement climatique sont basées sur une dissertation d'étudiant et un article dans un magazine pour alpinistes.<sup>68</sup>

A y voir de plus près, l'affirmation dans le document '10/10/10' de Madame Solomon va même plus loin: une diminution de 10% de la vapeur d'eau à 10 miles au dessus de nos têtes pendant les 10 dernières années a diminué le taux de réchauffement de la terre de 25%.<sup>69</sup> A savoir où est passée la vapeur reste une question ouverte. D'après cette étude, il est 'étonnant' de constater quel impact important a un si petit changement (10%) de vapeur d'eau sur le climat de surface. Mais selon cette étude ceci n'est pas une indication que les prédictions sur le réchauffement global sont exagérées. " Ceci ne signifie pas qu'il n'y a pas de réchauffement global " remarque Solomon. " Ce n'est pas un débat significatif qu'il fait plus chaud maintenant qu'il y a 100 ans dû aux gaz à effet de serre anthropogéniques ".

On ne sera pas surpris que cette étude a été ridiculisée et considérée comme un canular de l'après 'Climate Gate '. Néanmoins en combinant les données des études de Jensen en 1996 et de l'étude très récente de Madame Solomon, il est clair qu'il existe un lien entre l'apparition des cirrus (naturels ou artificiels) près de la tropopause, la déshydratation de la stratosphère et la stabilisation de la tendance au réchauffement global. Lorsque cette connaissance est mise en relation avec les études des paragraphes précédents, il devient extrêmement clair que les aérosols émis par les moteurs d'avions ont un impact significatif sur la configuration des précipitations et des températures de surface.

#### **4.4.2. Autres facteurs affectant le changement climatique :**

Bien que les changements des configurations des précipitations, des températures en surface et de la stabilité de la masse d'air sont des paramètres tout à fait mesurables, il pourrait y avoir d'autres facteurs plus difficiles à cerner:

- Un des effets les plus évidents de la formation des contrails est son impact sur l'astronomie. Dans les régions à trafic intense, il est difficile d'avoir un ciel clair qui permet de faire des observations .
- Avec une couverture nuageuse changeante et par conséquent une baisse de la température dans la couche supérieure de la troposphère , l'activité des ouragans pourrait s'amplifier comme le résultat de l'instabilité ( libérée ) créée. Il est à noter que les tempêtes et les inondations majeures ont plus que triplé depuis 1981. <sup>70</sup> Aucune étude scientifique n'a été faite à ce jour sur la relation apparente entre les émissions des moteurs d'avions, les aérosols, les contrails et les ouragans.
- On accepte que la connaissance sur les cirrus artificiels est relativement pauvre et que l'étude de l'impact des contrails sur la stratosphère n'en est qu'à ces débuts (phases initiales). Néanmoins, on peut supposer qu'il pourrait y avoir un impact sur les couches supérieures et la couche d'ozone. La réduction de la couche d'ozone n'est pas uniquement la conséquence de l'activité industrielle mais elle est due aussi aux essais atomiques au 20<sup>e</sup> siècle.

---

<sup>67</sup> Webster B., Scientists in stolen E-mail scandal hid climate data, London Times, January 28th 2010.

<sup>68</sup> Gray R. And Lefort R., UN Climate change panel based clim on student dissertation and magazine article, Daily Telegraph, January 30th 2010.

<sup>69</sup> Solomon S., ten percent decrease water vapor in the stratosphere slows earth's warming trend, the Science Paper, January 28th 2010.

<sup>70</sup> Global Environmental Outlook, GEO4 Environment for Development, United Nations Environmental Programme, 2007.

## 5. CONTRAILS ET MANIPULATION DU CLIMAT

" Si l'ionosphère est gravement perturbée, l'atmosphère sous-jacente est par la suite aussi perturbée ".

Charles A.Yost, auteur de ' Electrical forces applied to basic weather phenomena '. 1992

## 5.1. DE 'CHEMTRAIL' A LA GEOINGENIERIE:

### 5.1.1. Principes scientifiques à la base des systèmes de manipulation du climat:

Dans les paragraphes précédents il a été clairement démontré que les contrails artificiels ont un impact significatif et mesurable sur la température et les précipitations de la planète. Les données obtenues par le professeur Rosenfeld (paragraphe 4.3.1.) ont prouvé qu'elles étaient une base solide pour étayer une théorie de la manipulation du climat puisque modifier les concentrations d'aérosols dans l'atmosphère peut soit diminuer soit augmenter la configuration des précipitations.

Ceci ouvre une possibilité, sur base scientifique, de produire des scénarios pour contrer le changement climatique global à condition que les concepteurs de ces systèmes gardent à l'esprit les considérations suivantes:

- Développement d'une matrice fiable d'ingrédients pour aérosol versus les conditions naturelles
- Ingénierie d'un système efficace, fiable et surtout peu coûteux en vue d'ensemencer l'atmosphère.
- Sponsorisation par des organismes gouvernementaux avec engagement considérable des capitaines de l'industrie.

Actuellement, tous les éléments - excepté le facteur fiabilité - sont en place pour justifier la création voir même l'existence d'un tel système: technologie avancée à portée de mains et financement par les systèmes de plafonnement et échange ( cap & trade ) qui assure un quasi financement illimité. Si ces systèmes sont exploités pour le bienfait de l'humanité, ils pourraient solutionner beaucoup de problèmes liés à l'environnement comme inverser la désertification et éviter les pires conséquences d'un changement climatique global.

Toutefois, d'un point de vue militaire, l'organisme qui détient les droits de propriété d'un tel système a aussi la possibilité de manipuler les configurations des précipitations et la température d'autres pays et ceci à très bas coût. Imaginons ce qui pourrait se passer si un tel système tombait dans les mains d'un 'Etat Voyou', cela changerait le modèle de domination mondiale. Il est pour cela inimaginable que des civils gèrent un système de modification du climat, si un tel système voyait le jour.

Les théories 'conspirationnistes' fleurissent aujourd'hui plus que jamais. Il n'est pas surprenant que des histoires concernant les systèmes de manipulation du climat comme les 'chemtrails' et HAARP ont déjà trouvé preneur sur internet. Les décideurs politiques les décrivent comme étant des 'canulars' parce qu'il existe peu de preuves scientifiques de leur existence. Ce qui est évident, c'est que si ces 'chemtrails' existent, leur existence est tenue secrète. Cependant, il est de notoriété que les politiques gouvernementales (dans l'histoire parallèle) sont manipulées à la discrétion des états manipulateurs. Il existe d'innombrables exemples de cela dans l'histoire humaine et le 'Climate Gate' est sans aucun doute une d'elles. Tous ces éléments demandent une recherche approfondie sur le phénomène des 'chemtrails' en commençant par leur origine. Ceci sera vu dans le prochain paragraphe.

Dans ce chapitre, on prouvera non seulement que la manipulation du climat par la formation de contrails n'est pas fictive, mais qu'il est évident que ce système est en place et pleinement opérationnel. Les preuves seront établies grâce à une recherche de documents et de brevets.

### 5.1.2. Théorie à caractère conspirationniste concernant les "chemtrails":

Avec l'explosion du trafic aérien ces 10 dernières années, ce n'était qu'une question de temps avant que quelqu'un ne se pose des questions quant au nombre sans cesse croissant des contrails. La première référence à la production de contrails à des fins spécifiques comme décrites au paragraphe 2.4. semblerait dater d'un article du 8 janvier 1999 de William Thomas. Dans ce texte, on relate les questionnements de 3 personnes concernant les contrails. Peu de temps après la parution de cet article, cette personne était invitée à une émission radio populaire à ce moment-là (Art Bell). Ceci a marqué le début d'un phénomène important sur internet.<sup>71</sup> Apparemment le phénomène s'est nourri réciproquement. Une comparaison des recherches sur internet avec comme moteur de recherche 'chemtrails' entre les années 2004 et 2010 nous donne les résultats suivant :<sup>72</sup>

	2004	2010	variation en %

Google	791.000	1.260.000	+ 3148,3%
Blogs	4.828	152.000	+ 3148,3%
Images	9.160	170.000	+ 1851,8%
Vidéos	2.123	47.500	+ 2251,5%
Nouvelles	5	22	+ 440%
Forum	38	110.000	+ 289473,7%

Ceci révèle un nombre de développements intéressants:

- L'attention du public pour le phénomène de 'chemtrails' s'est accrue significativement ces dernières années.
- le nombre d'images de contrails et/ou 'chemtrails' sur internet est monté en flèche.
- Les médias courants dominants n'accrochent pas au phénomène des 'chemtrails'.

la puissance relative et l'importance du mouvement 'chemtrails' deviennent assez évidents lorsque comparé à d'autres sujets populaires comme: le réchauffement global, les OVNIS et les 'morgellons' (polymères flottant dans le ciel) : <sup>73</sup>

Google (total)	2004	2010	variation en %
Tour de France	Non connu	788.000.000	Non applicable
OVNI's	36.700.000	36.900.000	+0,5 %
Réchauffement global	67.500.000	32.400.000	- 52%
'Climate Gate'	0	12.100.000	Non applicable
<b>Chemtrails</b>	<b>791.000</b>	<b>1.260.000</b>	<b>+ 59,3 %</b>
Morgellons	236.000	249.000	+5,5 %

Google (nouvelles)	2004	2010	variation en %
Tour de France	Non connu	21,600	Non applicable
Réchauffement global	32.584	23.600	-29,1 %
OVNIS	929	1.890	+203,4%
'Climate Gate'	0	401	Non applicable
<b>Chemtrails</b>	<b>5</b>	<b>22</b>	<b>+440 %</b>
Morgellons	4	9	+225

<sup>71</sup> Conrail science, a brief history of 'chemtrails', [www.contrails-science.com](http://www.contrails-science.com)

<sup>72</sup> Combination of Conrail Science data and own investigation.

<sup>73</sup> Idem as footnote 72.

Ces tableaux démontrent clairement que les 'chemtrails' sont perçus par le public en général et par la presse d'opinion générale comme un phénomène marginal, suspect mais qui n'est pas une menace pour la vie de tous

les jours et qui ne requiert guère d'attention supplémentaire.

Dans ce contexte on doit remarquer que l'attention pour le réchauffement global a dramatiquement chuté ces dernières années. Il est possible que ce soit le résultat d'une controverse croissante sur le sujet combiné à une large crise économique qui oblige les gens à garder les pieds sur terre. Ou c'est peut-être un changement dans la nomenclature: refroidissement global, changement climatique... L'apparition soudaine d'histoires en relation avec le 'Climate Gate' avec un taux élevé de consultations sur internet pourrait appuyer cette théorie.

Il y a plus: l'association avec des sujets qui ne sont pas étayés par des preuves scientifiques rigoureuses, relègue le phénomène des 'chemtrails' automatiquement dans le camp des théories conspirationnistes et ésotériques.

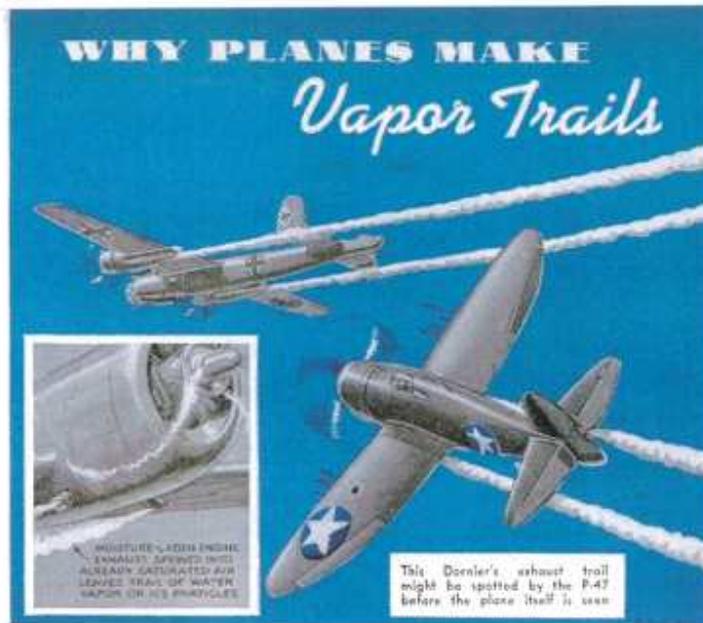
il y a 4 raisons logiques à ceci:

- Parce que le phénomène est principalement alimenté par internet, il n'y a pour ainsi dire aucun soutien par des scientifiques, des partis politiques et des organisations environnementales. Il est saisissant que le représentant du parti écologique (Grüne) à Vienne a explicitement affirmé que le sujet relevait plus d'une théorie conspirationniste et qu'il n'avait ni le temps ni les moyens disponibles pour étudier le sujet.<sup>74</sup>
- La plupart des gens qui envoient des observations concernant les 'chemtrails' sur internet ne sont pas académiquement qualifiés pour le faire. Estimer l'altitude de croisière d'un avion est en effet une affaire délicate. Faire la différence entre un contrail et un 'chemtrail' est même plus qu'une gageure. Et, enfin, envoyer des photos de contrails en quadrillage sans légende valable ne développe pas une sincérité scientifique à ce sujet.
- Beaucoup de sites qui fournissent des informations sur les 'chemtrails' couvrent aussi des sujets comme l'existence de la vie extra-terrestre sur terre, le programme de Contrôle Mental mondial et d'autres sujets. En conséquence, toute histoire concernant les 'chemtrails' est traitée et perçue comme un canular et ceci indépendamment de la valeur de l'information
- Il existe quelques sites sur internet uniquement consacrés aux 'chemtrails'. En fait, ils rassemblent tous les rapports concernant les 'chemtrails' dans un même exposé et l'envoie sur le net. Quelques exemples <http://arizonaskywatch.com/> et <http://www.chemtrails-info.de>. Ces sites présentent souvent des analyses d'échantillons d'eau et des rapports sur les actions d'épandages. Malheureusement, dans les informations présentées, il y a souvent des erreurs scientifiques et les interprétations sont parfois erronées.
- Les instances gouvernementales nient officiellement et systématiquement l'existence des 'chemtrails'. Par contre, l'information disponible sur internet ne permet pas la vérification de l'affirmation de l'existence des 'chemtrails'. Des rapports anonymes comme le testament de 'l'agent Deep Shield' qui affirme être un homme de l'intérieur dans le business des 'chemtrails'<sup>75</sup>, n'améliore pas la crédibilité.
- Et enfin, il existe un nombre de sites internet qui nient l'existence des 'chemtrail' de façon cynique mais scientifique : un exemple: <http://contrailscience.com>. L'administrateur du site 'uncinus' ne dévoile pas son identité. Cet anonymat alimente et aiguise la théorie conspirationniste parce que cette personne pourrait être un agent gouvernemental. Néanmoins il est significatif que le site traite avec les sites mentionnés plus haut et réduit en cendres l'argumentation des protagonistes des 'chemtrails'

---

<sup>74</sup> Haderer C and Hies P., Chemtrails, Verschwörung am Himmel?; VF Sammler Verlag 2005, Graz, Austria.

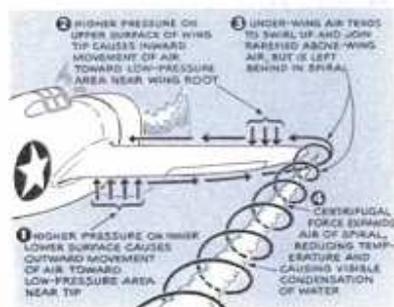
<sup>75</sup> Idem as footnote 74.



**A**IRPLANES leave trails in the atmosphere that can be picked up, if a spotter is quick enough, like those of game sought by a hunter. Some of them, especially trails left by a plane's exhaust at high, cold altitudes, endure for some time, while those made by wing tips creating vortices are audible as well as visible.

Both of these types of airplane trails are

explained by condensation. Invisible water vapor in a plane's exhaust condenses into a visible cloud when the vapor reaches an excess of what the atmosphere will hold. Wing-tip trails add no water to the air, but as their vortices expand, the air temperature in them drops and the dew point is reached if the vortices are strong enough and humidity is high.



Noise like the whistle of a falling object may be heard when a heavily loaded plane pulls out of a low dive. It is from the wing-tip trail illustrated at left, and is audible after that of the motor dies away

MARCH, 1943

55

Illustrations de la page d'accueil du site 'contrail science'. Les contrails existent déjà depuis le début de l'aviation.<sup>76</sup>

Tous les éléments indiquent qu'une approche scientifique sur le phénomène des 'chemtrails' compromettrait les chercheurs et leur carrière. De plus, qui aimerait répandre des 'chemtrails' au dessus de la population? Dans le meilleur des cas, le mot est mal choisi, parce que la santé publique est supposée être l'épine dorsale de notre société de consommation. Il est surprenant que certains auteurs isolés ont pu persuader un éditeur de publier leur livre concernant les 'chemtrails' - peut-être parce que le niveau 'théorie conspirationniste' est très élevé et que cela se vend bien. Il est impossible de passer en revue toutes les publications. En voici une sélection:

<sup>76</sup> [www.contrailscience.com](http://www.contrailscience.com), Popular Science, March 1943, Page 55.

AUTEUR	TITRE	COMMENTAIRES
Chris Haderer Peter Hiess	Chemtrails Verschwörung am Himmel ? <sup>77</sup>	Un livre plutôt chaotique avec un chapitre séparé sur d'autres théories conspirationnistes. Bien documenté avec du matériel photographique important mais sans fondement scientifique évident. Contient une copie de lettre d'un membre du Bundestag dans laquelle un épandage limité d'aluminium et de baryum est reconnu.
Dr Leonard G. Horowitz	Death in the air: globalism, terrorism & toxic warfare <sup>78</sup>	L'auteur est gradué de la Harvard School of Public Health. Les chemtrails sont mis en rapport avec la mise en danger de la santé publique et des projets de contrôle de la CIA. Contient beaucoup de références traçables sur le bioterrorisme.
Jeane Manning Dr. Nick Begich	Angels don't play this HAARP <sup>79</sup>	C'est une publication ne concernant que HAARP. Décrit le système comme étant une extension du projet 'Star Wars' du Président Reagan et la possibilité de manipuler les configurations climatiques et même de provoquer des tremblements de terre.

### 5.1.3. Etablissement d'un protocole de recherche stable:

Malgré certains éléments intéressants dans les publications citées plus haut et les nombreux articles sur internet, il est assez évident que, dus à des préjugés environnementaux, il est impossible d'analyser le phénomène des 'chemtrails' de manière approfondie et scientifique.

la seule option est d'approcher le sujet est de recommencer l'investigation à zéro avec une nouvelle nomenclature et un protocole de recherche acceptable qui inclut ce qui suit :

- Un relevé historique des programmes de modification du climat en Europe, aux Etats-Unis, dans la République Populaire de Chine et en Russie (anciennement URSS) avec comme moteur de recherche 'l'ensemencement des nuages', la géoingénierie et le climat comme Force Multiplicatrice. Le terme géoingénierie s'applique le mieux parce qu'il comprend toute sortes d'interventions humaines pour manipuler les modèles climatiques : ensemencement de l'atmosphère, recherches sur le blanchiment des nuages marins, <sup>80</sup> recherches sur le stockage du carbone et même le refroidissement de la terre avec une armada de vaisseaux spatiaux (!) <sup>81</sup> .
- Une étude en profondeur des brevets qui ont trait à l'altération du climat, l'identité des détenteurs de ces brevets, leur champs d'application, une étude de faisabilité et des données sur leurs réalisations.

<sup>77</sup> Haderer C and Hies P., Chemtrails, Verschwörung am Himmel?; VF Sammler Verlag 2005, Graz, Austria, ISBN 3-85365-213-1.

<sup>78</sup> Horowitz L.G., d.m.d., m.a., m.p.h., Death in the Air: globalism, terrorism & toxic warfare, Tetrahedron LLC, Sandpoint, U.S.A, 2009, ISBN 978-0-923550-30-1.

<sup>79</sup> Manning J., Begich N. Dr., Angels don't play this HAARP: advances in Tesla technology, Earthpulse press, Anchorage, Alaska, U.S.A, second edition, 2007, ISBN 0-9648812-0-9.

<sup>80</sup> Copenhagen Consensus Center, press release: top economists recommend climate engineering, September 4th 2009, Copenhagen / Washington.

<sup>81</sup> Angel R., Feasibility of cooling down the earth with a cloud of small spacecraft near the inner Lagrange Point (L1), University of Arizona, 17184-17189 PNAS November, 14th 2006, Vol. 103, N°46.

- Analyse des études scientifiques et militaires récentes concernant le contrôle du climat ou modération

des changements par l'ensemencement des nuages.

- Recherches à l'aide de toute voie disponible afin d'obtenir de solides et réelles certitudes des programmes de modification du climat par l'ingénierie inversée: l'existence d'associations qui soutiennent ce genre de programmes ( académies, politiques, GIEC ), feuilles de commande de matériel d'ensemencement par les agences gouvernementales et les planifications opérationnelles.

Des témoignages, anonymes ou non, qui ne contiennent pas de références valables pour permettre une contre vérification ne seront pas repris dans ce rapport. Dans le contexte de cette étude, on emploiera du matériel photographique seulement et si la probabilité d'erreur est proche de zéro.

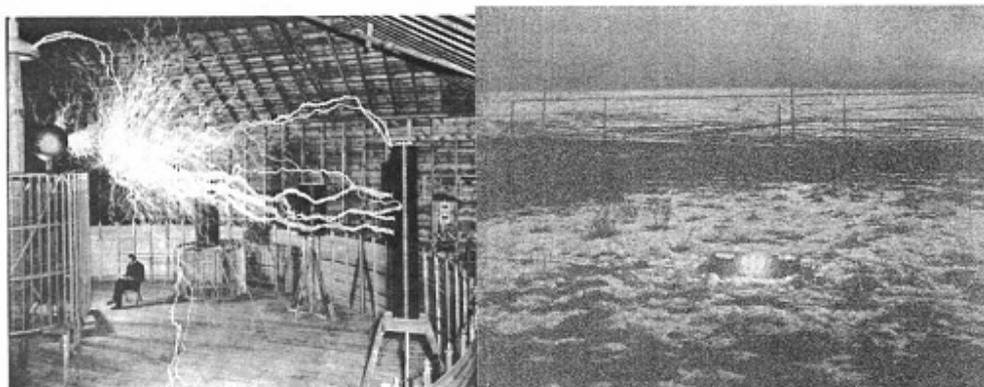
## 5.2. HISTOIRE DE LA GEOINGENIERIE:

### 5.2.1. Période de 1899-1940: Les recherches de Nikola Tesla:

Du point de vue de l'agriculture, les hommes ont toujours souhaité intervenir sur la météo pour éviter de longues périodes de sécheresse ou des conditions météorologiques défavorables. La première recherche connue dans le domaine de la géoingénierie des forces de la nature est attribuée à Nikola Tesla (1856-1948), un inventeur brillant, toujours sous-estimé dans les cercles académiques conventionnels.

Il a été un des plus grands contributeurs à la naissance de l'électricité commerciale ' (CA=courant alternatif) et est mieux connu pour ses développements révolutionnaires dans le champs de l'électromagnétisme (fin 19e, 20e siècle). Il s'opposait continuellement à Edison qui insistait pour que les Etats-Unis adoptent la technologie du courant continu pour la distribution de l'énergie et de l'éclairage. Il savait que le courant alternatif était plus efficace. Le fait que seul Thomas Edison est repris dans l'histoire et apparaît dans les livres scolaires deviendra vite manifeste.

En 1899, Tesla effectue des expériences sur l'énergie sans fil près de Colorado Springs. il était capable de générer un éclairage de la taille d'une balle de golf pendant 30 secondes.



Gauche: photo publicitaire d'un participant assis dans un laboratoire de Tesla à Colorado Springs, ( circa 1900)  
Droite: photo actuelle d'une expérimentation à Colorado Springs durant laquelle la batterie de lumière reçoit de l'énergie (électricité) à partir d'un émetteur à distance.<sup>82</sup>

J.P. Morgan, actuellement toujours une des banques les plus importantes du monde, avait fortement financé ses projets. La majorité de l'argent à servi à construire la tour Warden-Cliff qui était supposée être capable de générer des voltages de 15 millions de Watt et des décharges lumineuses de 40 pieds.<sup>83</sup>

<sup>82</sup> Both pictures in public domain.

<sup>83</sup> Cheney M., Tesla: man out of time. Simon and Schuster, 2001, ISBN 0743215362.



Photo de la Warden-Cliff avant sa démolition en 1917;<sup>84</sup>

Cependant, de même que Victor Schauburger était à la recherche d'énergie libre au moyen de tourbillons d'eau<sup>85</sup>, de même Tesla était à la recherche de l'énergie sans fil. Il breveta son invention le 8 avril 1905.<sup>86</sup> Les résultats étaient satisfaisants mais après avoir admis à ses financiers que la station expérimentale à Long Island était destinée à envoyer de l'énergie électrique (sans fil) ainsi que des messages radio, sa carrière prit fin. Il a continué à inventer et à déposer d'autres brevets mais il n'était plus au centre de l'actualité pour des raisons d'intérêts économiques des actionnaires de J.P. Morgan.<sup>87</sup> C'est la raison pour laquelle Edison a été mis à l'honneur dans tous les livres traditionnels d'histoire.

Peu avant la destruction de la tour Warden-Cliff en 1917, Tesla avait offert ses services au Département de la Défense américaine dans le but de développer une arme à faisceau de particules. Suite à cela, il a été éjecté de leurs bureaux. Persuader, à ce moment-là, des gens qu'un générateur à haute fréquence pouvait envoyer de l'énergie électrique dans la stratosphère et la réorienter vers un endroit déterminé sur terre, était sans espoir étant donné le niveau technologique peu avancé à cette époque.<sup>88</sup> Cependant, si c'est exact, Tesla aurait déjà excité la Cavité Shumann (fréquence de résonance de la terre, 7,83 Hz) en 1899 - 53 ans avant que W.O. Shumann identifie scientifiquement celle-ci. Il avait une idée assez précise du comportement de l'ionosphère, plus précisément l'existence d'une zone de saut - le signal radio voyagerait bien au-delà de l'horizon après réflexion dans les couches Heavyside - couches réfléchissantes - (invention officiellement attribuée à Tellegen en 1933). Une variante de l'idée de Tesla, émetteur amplificateur, a été mise en pratique dans le système HAARP pour l'étude de la manipulation des aurores boréales, bien que les concepteurs prétendent qu'il n'y a aucune analogie avec les théories de Tesla.<sup>89</sup>

Les travaux de recherche de Tesla sont assez remarquables. A la vue de ces recherches, on peut conclure qu'il a été le premier à effectuer des expérimentations pour produire de la lumière à volonté et pour l'offrir à de fins civiles et militaires. Des projets similaires en vue de capter l'énorme réserve de courant électrique d'un seul éclair ont été entrepris, mais apparemment sans succès. En Suisse, les installations techniques ont d'ailleurs complètement brûlé. Une compagnie égyptienne, Logicco au Caire, est une des premières entreprises qui semble se spécialiser exclusivement dans la collecte d'électricité renouvelable qui provient de la foudre..

---

<sup>84</sup> By courtesy of the Nikole Tesle Museum, Belgrade, Serbia

<sup>85</sup> Schauburger V., *das Wesen des Wassers*, AT Verlag, München, 2006.

<sup>86</sup> US patent 787,412, art of transmitting electrical energy through natural mediums, through U.S. patent office.

<sup>87</sup> Idem as footnote 82.

<sup>88</sup> Seifer M. Dr., *Nikolas Tesla: the history of lasers and particle beam weapons*, proceedings of the international Tesla symposium, 1988.

<sup>89</sup> <http://www.haarp.alaska.edu/haarp/faq.html>

## 5.2.2. Période de 1940 - 1945: Le premier ensemencement atmosphérique :

Pendant les 2 guerres mondiales, la météo était un facteur considérable voire décisif pour le succès ou l'échec d'une mission. En parallèle, les armées commençaient à compter fortement sur les techniques de camouflage après l'impasse qui a suivi la première percée allemande sur Paris en 1914. Un peu moins d'un an au plus tard, l'infanterie allemande avait développé un brouillard artificiel à partir d'écrans de fumée dans le but de dissimuler les mouvements de troupe ou pour mener des offensives avec des gaz neurotoxiques. Il existe des références historiques qui décrivent une 'obscurité intentionnelle' déjà au moins depuis 1565.<sup>90</sup>

Les campagnes de bombardements aériens pendant la 2e guerre mondiale, d'abord par la Luftwaffe, ensuite par les raids de jour très agressifs de la 8e Air Force et de la Royal Air Force la nuit, ont marqué le déploiement de ce qui serait plus tard connu sous la dénomination ECM - Electronic Counter Measures. (contre mesures de brouillage électronique). Bien que le radar en était encore à sa phase de début, il a fait chanceler le 'Blitz' allemand sur l'Angleterre. La bataille qui s'en suivit entre belligérants serait connue comme 'La bataille des faisceaux'. Malgré le fait que le Service des Renseignements britannique avait pu décrypter le code Enigma, l'Angleterre permit la destruction massive de Coventry par les bombardiers allemands pour qu'ils ignorent cette brèche dans leur système de sécurité.

En juillet 1943, la Royal Air Force a fait sa sortie la plus réussie en ensemençant délibérément l'atmosphère de masses de paillettes d'aluminium, code 'Window', pour brouiller les radars allemands. Cette nuit là, Hambourg fut bombardé avec de grosses pertes en vies humaines. La Luftwaffe a opéré de manière similaire en 1944, opération appelée 'Düppel', pour perturber le trafic aérien dans les environs des aéroports Alliés du Sud -Est de l'Angleterre.<sup>91</sup>



Le nuage blanc en forme de croissant sur la gauche est formé par un ensemencement massif de particules d'aluminium, qui ont ainsi endommagé les radars allemands et rendu leur défense inutile, Juillet 1943.<sup>92</sup>

Ce développement est important dans le contexte de cette étude parce que 'CHAFF' ainsi appelé dans la nomenclature actuelle de l'OTAN, fait toujours partie du système de défense ECM (Electronic Counter Measure). Le 19 juillet 2005, 'Düppel' a été employé durant des exercices aériens au dessus de l'Allemagne et des Pays-Bas. Cela a causé une perturbation majeure des radars atmosphériques.<sup>93</sup>

<sup>90</sup> The American Heritage® Dictionary of the English Language, Fourth Edition, 2009, Houghton Mifflin Company.

<sup>91</sup> The history of radar, BBC maths, science and technology, July, 14th 2003.

<sup>92</sup> United Kingdom Government through IWM, public domain.

<sup>93</sup> RTL, programm 'Guten Abend', Kartsen Brandt: Bundeswehr manipuliert Wetterkarte, July, 19th 2005.



Copie papier de RTL diffusion où on voit clairement le 'Chaff' dans les environs de Kassel. Les météorologistes n'étaient pas réjouis ce jour-là.

### 5.2.3. Période de 1945 - 1950 : Opération Cirrus:

La seconde guerre mondiale s'est terminée avec les essais des bombes atomiques, pendant lesquels d'incalculables impulsions électromagnétiques ont été lâchées dans l'atmosphère. Ceci a eu comme conséquence que les Etats-Unis ont été confirmés dans leur rôle de leader mondial. Ainsi des fonds illimités ont été octroyés pour différents projets y compris le premier programme de manipulation du climat .

Le projet, appelé ultérieurement Cirrus, trouve son origine en 1947 et a été mené par le lauréat du prix Nobel, le docteur Irvin Langmuir et son protégé, le Docteur Vincent Schaefer en coopération avec l'Armée américaine, la Marine , l'Armée de l'Air et General Electric. Le docteur Schaefer est l'homme qui a largué, le 13 novembre 1946, 1,4 kg de pellets de glace dans un super stratus près de Schenectady, N-Y, et la neige est tombée. Ceci est la première tentative réussie connue pour provoquer des précipitations d'un nuage.

Pour tester ses théories, Schaeffer avait construit, en laboratoire, une ' boîte froide ' pour créer les mêmes conditions. Souffler dans la boîte produisit un fin nuage de gouttelettes d'eau surfondues exactement comme dans les conditions réelles dans la partie supérieure d'un nuage. De plus, Schaeffer découvrit que l'ajout de toute substance à une température inférieure à - 40° provoquait la formation de millions de cristaux dans le nuage.<sup>94</sup>

En ce qui concerne l'ensemencement véritable des nuages, le ' US Signal Corps ' a été impliqué en février 1947. Ce projet avait comme nom ' Cirrus ' : trente-sept vols expérimentaux ont été effectués durant les premiers six mois de l'année et ne donnèrent pas les résultats escomptés. Ceci est principalement dû à la variabilité inhérente du temps. La modification d'un typhon tropical par dispersion de 80 livres de glace sèche (neige carbonique) en 1947 a causé une crue majeure dans la région de Savannah totalisant des dommages estimés à 20 millions de dollars ceci parce que le typhon avait subitement changé de cap.<sup>95</sup> Officiellement, cette catastrophe a été classée comme un acte de Dieu.

Après cet échec, les avocats de General Electric demandèrent au Docteur Langmuir de ne plus discuter de cet ouragan jusqu'à ce que le délai de prescription expire pour les poursuites. La peur d'une affaire judiciaire nécessitait d'effectuer les opérations à l'abri du regard du public et le projet fut abandonné en 1950. Aussi parce que le nouveau gouvernement avait d'autres priorités. En 1958, 3 bombes atomiques ont été lancées et ont explosé dans la ceinture de radiation de Van Allen (une zone protectrice chargée de particules piégées dans le champ magnétique de la terre : ce champ commence à environ 2000 miles d'altitude . Ces explosions ont commence" à appauvrir la couche d'ozone à chaque tentative faite par les Etats-Unis, l'ancienne URSS et la France.<sup>96</sup>

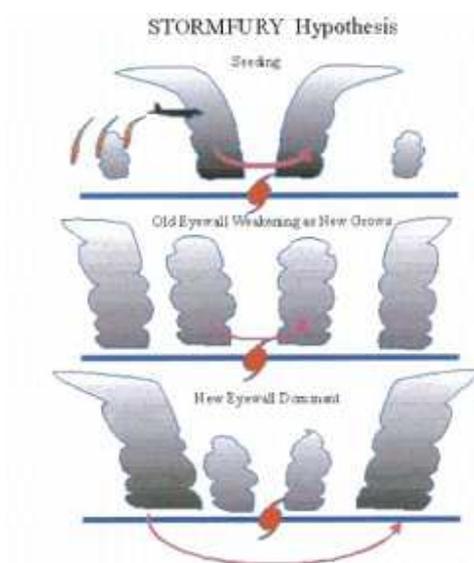
<sup>94</sup> Reilly C., Staff Historian, Rain men: scientists here tried to change the weather, Monmouth Message, February 20th 2009, U.S.A.

<sup>95</sup> Idem as footnote 94.

Cette information aura une importance capitale dans le prochain chapitre. Néanmoins, le projet 'Cirrus' est le premier programme confirmé dans l'histoire de l'ensemencement de nuages. Le projet complet est repris dans l'annexe 8.

#### 5.2.4. Commencement de l'opération Storm Fury (1962) et Popeye (1967) :

Le projet 'Storm Fury ' s'est développé en s'appuyant sur les connaissances acquises pendant l'opération 'Cirrus' et avait comme but principal d'affaiblir les cyclones tropicaux au moyen d'ensemencement de ces cyclones avec de l'iodure d'argent pulvérisé par des avions volant dans ces cyclones.<sup>97</sup> Les partenaires étaient le Département du Commerce Américain et la US Navy. L'hypothèse était que l'iodure d'argent provoquerait la congélation de l'eau en surfusion dans la tempête et perturberait ainsi la structure interne de l'ouragan. Cette hypothèse a été infirmée et malgré cela ce projet d'ensemencement a continué officiellement jusqu'en 1983 avec un dernier vol expérimental en 1971.



L'hypothèse de l'opération Storm Fury était incorrecte parce que les cyclones ne semblent pas contenir beaucoup d'eau en surfusion pour permettre un ensemencement réussi. De plus, des ouragans non ensemencés subissent souvent les mêmes changements structuraux que les ouragans 'traités'.<sup>98</sup>



Remarquez la partie inférieure du fuselage du Douglas D  
L'équipe enrôlée pour l'opération 'Storm Fury' en 1962.  
C6-B à l'arrière  
à des fins d'ensemencements des nuages.

<sup>96</sup> National Academy of Sciences, Long time effects of multiple nuclear weapon detonation, 1975, pages 6-7.

<sup>97</sup> Willoughby, H. E., D. P. Jorgensen, R. A. Black, and S. L. Rosenthal, 1985: Project STORMFURY, A Scientific Chronicle, 1962-1983, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 66, 505-514.

<sup>98</sup> Atlantic Oceanic and Meteorological Laboratory, Hurricane Research Division, Operation Storm Fury research paper.

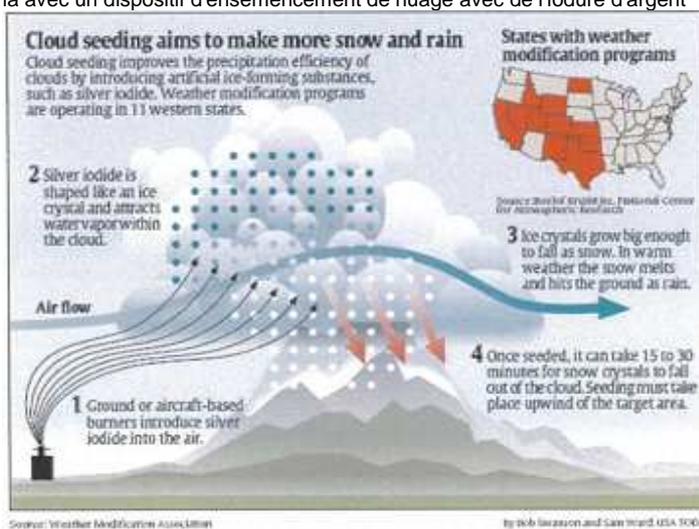
A la suite de l'opération 'Storm Fury', il y a eu une application militaire (moins connue) pendant la guerre du Viet-Nam. De mars 1967 à juillet 1972, les militaires américains ont ensemencé les nuages avec 47,409 unités d'iodure d'argent et plus spécialement ceux survolant la piste Ho Chi Min. L'objectif de cette opération, 'Popeye ' était d'empêcher l'ennemi d'employer les pistes en ramollissant les surfaces, causant des glissements de terrain

et des courants qui emportaient les franchissements des rivières. Ceci permettait de maintenir les sols saturés au delà du laps de temps normal. On a pu constater que dans les régions visées, la mousson a été prolongée d'environ 35 à 45 jours.<sup>99</sup> La transcription complète d'une audition au Sénat américain concernant la modification du climat dans le sud-ouest de l'Asie est reprise dans l'appendice 9.

L'opération 'Popeye' prouve que la modification du climat fait explicitement partie du portefeuille de l'arsenal militaire (' faites de la boue, pas la guerre') jetant un éclairage nouveau sur le Advisory Committee on Weather Control, qui a été créé en 1953 sous le contrôle direct du Gouvernement Fédéral avec le Capitaine H.W. Orville comme Directeur. Sa mission était d'étudier des actions pouvant modifier le climat en mettant tout particulièrement l'accent sur les possibilités de provoquer des pluies pour pouvoir bénéficier de réserves d'eau et son utilisation sur terre<sup>100</sup> Malgré les résultats mitigés obtenus pendant les opérations 'Storm Fury' et 'Popeye', ces nouvelles connaissances ont été employées pour un commerce, certes profitable, mais controversé. Des compagnies d'aviation locales proposent des modifications de la météo pour l'agriculture en employant des canons à grêle et de l'ensemencement de nuages par des petits avions. Les résultats fructueux de telles opérations sont pour le moins douteux.



Cesna avec un dispositif d'ensemencement de nuage avec de l'iodure d'argent



Actuellement, il y a encore différents états aux USA qui utilisent des programmes d'ensemencement de nuages

<sup>99</sup> Top secret hearing held on March 20, 1974 made public on May 19, 1974 weather modification, SEASIA rain making

<sup>100</sup> Substantially increased research programs needed in meteorology to benefit water supplies and land utilization, Journal of Agriculture and Food Chemistry, Page 1192, December 1953.

Après le désastre de Chernobyl en 1986, le major A.Grusin a décrit comment l' Armée soviétique a créé des nuages pour protéger Moscou des retombées radioactives. Malheureusement la population de la Biélorussie a été exposée à des doses de radiation 20 à 30 fois supérieures à la normale ce qui a causé de violents empoisonnements par radiation chez les enfants.<sup>101</sup> l'article est inclus dans l'appendice 10.

L'iodure d'argent est toujours employé à grande échelle par la force aérienne russe et chinoise pour générer un

ciel dégagé pendant les parades militaires ou pendant des événements sportifs majeurs tels que les Jeux Olympiques.<sup>102</sup> En 2009, le maire de Moscou projetait de dépenser des millions de dollars pour payer la Force Aérienne russe dans le but d'épandre un fin brouillard de matières particulaires (poudre de ciment en 2007), iodure d'argent et autres matières chimiques dans les nuages. Les idées d'opérations Cirrus et Storm Fury sont toujours d'actualité: ensemercer les nuages augmenterait l'humidité et forcerait les nuages à libérer leurs précipitations avant d'arriver à la capitale. La ville épargnerait ainsi les coûts de déblayage de la neige (des millions).<sup>103</sup>

Des tests préliminaires ont révélé des nuages bizarres présentant une dépression en leur milieu au dessus de Moscou. Ces nuages ont inquiété les habitants de Moscou



Ce nuage bizarre au dessus de Moscou en novembre 2009 est attribué à un essai d'ensemencement de nuage.

Malheureusement, 'l'expérience' a été un échec retentissant avec 417000 mètres cubes de neige ramassée à la pelle entre le 21 et le 23 février 2010 - battant le record de 1966.<sup>104</sup> Il n'a pas été déterminé s'il y avait quelque corrélation entre les conditions hivernales rudes à Moscou et le reste de l'Europe pendant cette période, et les actions d'ensemencement des nuages.

Il est néanmoins clair qu'il y a forte évidence de l'existence de manipulation du climat à des fins militaires et/ou civiles. Ceci à grande ou petite échelle depuis l'administration Eisenhower avec du matériel d'ensemencement allant de la neige carbonique, l'iodure d'argent, du ciment et des matières particulaires. On doit néanmoins se rappeler que l'ensemencement mécanique de nuages est relativement cher et que ce n'était qu'une question de temps avant que d'autres moyens alternatifs efficaces furent développés pour manipuler l'atmosphère.

<sup>101</sup> Gray R., How we made the Chernobyl rain, Daily telegraph, April 22nd 2007.

<sup>102</sup> Michaels J., China may attempt to alter weather for Olympics, Meteorology news, July 15th, 2008.

<sup>103</sup> Michaels J., Moscow testing cloud seeding; promises winter without snow, Meteorology News, October, 19th 2009.

<sup>104</sup> Moskou onder een dik pak sneeuw, De telegraaf, 22 Februari 2010.

### **5.2.5. Etats-Unis et Union Soviétique ' Validation de principe ' Projets - ELF (1975 - 1995) :**

Un projet de ' validation de principe ' est un projet où des expériences de recherches avancées sont conçues pour tester, sur une plus petite échelle, des applications spécifiques de cette recherche. Ces tests permettent aux chercheurs d'extrapoler les résultats qui peuvent alors être employés pour élaborer des systèmes technologiques grandeur nature. Dans le cadre de cette étude le projet de 'validation de

principe' pour la modification du climat est la dernière étape avant le développement d'un système complet d'armement (applications militaires) ou de géoingénierie pour toute la planète (applications civiles et militaires).

Après la débâcle américaine au Viet Nam, les deux blocs ennemis ont évolué vers une guerre froide plus silencieuse et ceci malgré des pourparlers intenses pour la limitation d'armes stratégiques (SALT). Au lieu de déverser plein d'iodure d'argent dans l'atmosphère et de violer la troposphère avec des essais atomiques - déjà un total de 400 kilotonnes à ce moment là - une bataille subtile concernant les ondes (fréquences) faisait son chemin et opposait les Etats-Unis aux Forces soviétiques. Le but final : remplacer les armes thermonucléaires par la manipulation de l'ionosphère et la magnétosphère.<sup>105</sup>

Le développement de telles armes a commencé depuis belle lurette. Déjà en 1966 Anthony Ferraro de la Penn State University faisait les premières expériences, financées par l'armée, avec un réchauffeur ionosphérique de 500Kw.<sup>106</sup> Un émetteur à haute puissance réchaufferait une région de la basse ionosphère pendant qu'un émetteur moins puissant enverrait des impulsions. Ainsi les expérimentateurs pouvaient étudier l'interaction des ondes dans cette couche spécifique de l'atmosphère de la terre. Ils ont dû abandonner le projet plusieurs années plus tard parce qu'il y avait des interférences inacceptables avec le contrôle du trafic aérien et autres types de communication. En conséquence, les décideurs militaires décidèrent que tous les futurs projets seraient localisés dans des endroits plus reculés de la terre.

En 1974, Dr. R. Helliwell et J. Katsufakis du Radio Science Laboratory de l'Université de Stanford, ont démontré qu'une onde radio, à très basse fréquence (VLF) pouvait faire vibrer la magnétosphère.<sup>107</sup> (la région au dessus de l'ionosphère dans laquelle le flux magnétique de la terre a un contrôle dominant sur les gaz et les particules chargées rapides ), confirmant ainsi des travaux de recherche d'A. Ferraro.

Exactement un an plus tard, en 1975, la marine américaine mettait à la mer une installation produisant des ondes à très basse fréquence capable de communiquer par radio-contact avec des sous-marins naviguant en eaux très profondes, le Polaris ou le porteur de missiles le Poseidon ICBM, ceci en vue d'une situation de désastre national majeur. Cette opération avec comme code ' Project Sanguine' et consistait dans le développement d'un réseau de communication travaillant avec des ondes de 45 à 75 Hz et un quadrillage de câbles enfouis profondément sous l'eau et couvrant une superficie de 1250 miles carrés (2011 km carré) . Dans ce système, situé dans des formations rocheuses et des couches spécialement sélectionnées, la terre agit comme un conducteur avec ces formations rocheuses qui forcent la réflexion de ces ondes vers l'extérieur dans l'ionosphère plutôt que vers l'intérieur de l'écorce terrestre.<sup>108</sup> La saturation de l'ionosphère force certaines de ces ondes ELF à se rediriger sous l'eau à une profondeur considérable permettant aux sous-marins de recevoir et de réagir à des messages d'une distance de plus de 25000 miles (4023 km) même si les canaux de communications normales avaient pu être détruits lors d'une attaque préventive. Un système similaire appelé ZEVS avec un émetteur près de Murmansk est opérationnel pour la marine russe.<sup>109</sup>

---

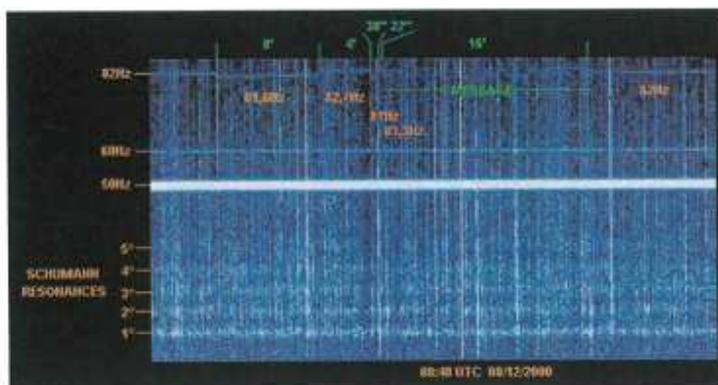
<sup>105</sup> U.S. patent 4,686, 605 – issued August 11th 1987 to Bernard J. Eastlund and assigned to APTI inc., Method and apparatus for altering a region in the Earth's atmosphere, Ionosphere and/or Magnetosphere.

<sup>106</sup> Ferraro A.J., Reflections on 40+ years of ionospheric research, Communication & Space Science Laboratory, Penn State University, United States

<sup>107</sup> Stanford University VLF group website <http://www.star.stanford.edu/people/rah.html>

<sup>108</sup> Wallechinsky D. And Wallace I., Major engineering events in history: Project Sanguine nears operation, 1981.

<sup>109</sup> Jacobsen T., ZEVS, the Russian 82 Hz ELF transmitter, Norway.



Une émission ZEVS enregistrée en Italie par Renato Romero le 8 décembre 2000 à 08h40 (heure locale) ; Le 'message en attente', 81,6Hz bas pendant 8 minutes, 82,7Hz haut pendant 4 minutes est facilement détectable dans le spectrogramme. Après la séquence du message de transmission de 16 minutes, il y a à nouveau la porteuse radio-électrique à 82Hz. Grâce à l'exposition assez longue, les bandes de la Résonance Shumann sont facilement visibles dans le bas du spectrogramme.

Néanmoins, dans le domaine des émetteurs des ondes ELF, les Soviétiques ont prouvé qu'ils étaient supérieurs aux Américains à cette époque. Ils bénéficiaient d'une main d'œuvre importante et de ressources pour le développement d'un réchauffeur ionosphérique pleinement opérationnel à Zelanogradskaya près de Moscou. Cette installation a été achevée en 1981. Il existe des rapports indiquant que l'installation n'était pas uniquement employée pour l'étude et le modelage de l'ionosphère, mais aussi pour impulser des ondes ELF à une fréquence de 10Hz sous forme d'un 'signal de pivot' - juste au dessus de la fréquence naturelle de la terre Résonance Shumann qui est de 7,83Hz – dans le but de perturber la communication et de résonner avec les neurones des cerveaux humains à des rythmes clés des ondes cérébrales.<sup>110</sup> L'existence d'un manuel américain sur la radiométrie des fréquences qui contient les calculs des dosages des rayonnements de radiofréquences nécessaires pour causer des changements chez l'animal et l'homme, est un témoin silencieux de la bataille des fréquences entre le Etats-Unis et l'ancienne URSS.<sup>111</sup>

Après l'effondrement de l'URSS, beaucoup de projets furent abandonnés et les Américains prirent la tête dans ce domaine de recherches. A ce jour on a connaissance de 10 réchauffeurs ionosphériques ou d'installations de recherches opérationnelles de par le monde ( 4 dotées en personnel aux Etats-Unis, 1 en Norvège gérée par l'Institut allemand Max Planck depuis 1991 et 4 en Russie)



Cette station d'étude de l'ionosphère à Zmiev ( Ukraine) a été abandonnée après l'effondrement de l'Union Soviétique.<sup>112</sup>

<sup>110</sup> Dr. Begich J & Manning J., Angels don't play this HAARP, advances in Tesla technology, page 17, Earthpulse press, Anchorage, ninth printing, 2007.

<sup>111</sup> Radio frequency radiation dosimetry handbook, U.S. Air Force School of Aerospace medicine, Brooks Air Force Base, October 1986.

<sup>112</sup> Picture by courtesy of the Pravda, <http://english.pravda.ru/img/idb/photo/5-67.jpg>

L'étude des émetteurs d'ELF à des fins soit civiles soit militaires est particulièrement importante dans le

cadre de cette enquête parce que l'altération ou la manipulation de l'ionosphère à un endroit spécifique altère inévitablement la météo (climat) en dessous. Lorsqu'on émet dans la gamme de fréquence des VLF ou des ELF, l'ionosphère est tranchée environ de la même façon que si une navette spatiale entrainait ou quittait l'atmosphère, laissant une incision au point d'impact. Dû à la nature même de la propagation des ondes VLF et ELF, ces signaux provoquent des flux de particules qui peuvent retomber bien au-delà de l'horizon loin de l'émetteur et dans les régions les plus éloignées de l'atmosphère avec une faible perte de signal, altérant le mouvement des électrons libres et causant une pluie électrique qui influence les configurations du climat.<sup>113</sup> Ceci ouvre une porte vers des applications pacifiques mais aussi des applications militaires comme cela a été démontré pendant la guerre du Viet Nam avec l'opération Popeye.

A cet égard, il est intéressant de noter que l'US Air Force, l'US Navy et la D.A.R.P ( Défense Advanced Research Project ), en collaboration avec un ensemble de partenaires civils ont créé HAARP en 1995 (passage expérimental). HAARP signifie ' High Frequency Active Auroral Research Program'. Tandis que les militaires fournissent leur expertise technique, le management, l'administration et l'évaluation des programmes, les partenaires civils sont en partie responsables du financement. D'après les sources officielles, HAARP est une entreprise scientifique qui a comme objectif d'étudier les propriétés et les comportements de l'ionosphère au moyen d'émetteurs puissants de HF (ondes décamétriques) qui ont pour but de modifier l'aurore boréale dans le but spécifique de comprendre et d'utiliser ces connaissances pour améliorer les communications et les systèmes de surveillance à des fins civiles et de défense.<sup>114</sup>



La collection des antennes HAARP à Anchorage, Alaska<sup>115</sup>

Les différences principales entre les stations européennes, russes et HAARP sont les suivantes :

- Lorsque complètement opérationnelle (aux alentours de 2010) HAARP actionnera un réchauffeur ionosphérique avec une ERP (PAR- puissance apparent rayonnée) supérieure à un gigawatt, en bref, l'installation la plus puissante au monde.<sup>116</sup> Ceci équivaldrait actuellement à une concentration d'un watt par cm<sup>2</sup> alors que les Russes ne sont capables que de délivrer un millionième de watt par cm<sup>2</sup>.<sup>117</sup>

<sup>113</sup> VLF, getting particles excited, Science News, Society for science and the Public, December 1982, P.392.

<sup>114</sup> Official HAARP website, <http://www.haarp.alaska.edu/haarp/factSheet.html>

<sup>115</sup> HAARP Cam, recorded on February, 7th 2010, official HAARP website.

<sup>116</sup> HAARP, Joint Program Plans and Activities, Air Force Geophysics Laboratory, Navy Office of Naval Research, February 1990.

<sup>117</sup> Amendment January 1987 to the original patent application of Bernard Eastlund for the subsequently issued U.S. patent number 4,686,605.

- Etant donné sa forte concentration de puissance, HAARP peut couper l'ionosphère avec un rayon plus centré alors que les autres installations dispersent ce rayon sur une large surface comme l'énergie s'éloigne de l'émetteur.
- Les limites de sécurité concernant l'impact final sur l'environnement des ondes ELF et VLF ont été

placées à un niveau 1000 fois plus élevé que le seuil considéré comme étant sûr par l'ancienne Union Soviétique. <sup>118</sup>

A la suite de ces développements en Alaska, les députés russes ont eu , en 2002, une discussion très animée concernant HAARP, au parlement russe ( la Duna). Ils ont lancé un appel au Président Putin et aux Nations Unies. Ils ont demandé d'organiser une commission d'enquête internationale concernant les expérimentations conduites en Alaska, demande qui a été cyniquement rejetée par les autorités américaines prétextant que HAARP était un 'pur projet scientifique'. <sup>119</sup>

Néanmoins, en tenant compte des résultats du projet 'Sanguine' et en regardant de plus près l'énoncé des missions de HAARP, il est évident que le système est plus qu'un projet scientifique qui fournit des pistes possibles pour la DOD ( Department of Defense). C'est actuellement une plateforme complète opérationnelle qui améliore nettement la performance du système américain C3 (Communication, Control, Commandement) en combinant tous les systèmes d'armement en 1 seul dispositif et rendant obsolète les autres systèmes qu'ils soient ennemis ou amis. <sup>120</sup> Dans le ' National Defense Autorisation Act ' pour l'année fiscale 1995, il est même déclaré que l'émetteur en Alaska en plus de fournir un équipement de recherche d'un niveau mondial pour l'étude de l'ionosphère, permettait aussi de faire des tomographies souterraines au dessus de l'hémisphère Nord permettant ainsi la détection et la localisation exacte de tunnels et des abris. <sup>121</sup>

Dans ses communications avec le public, les sources officielles américaines ont toujours nié que HAARP était un système militaire et sur le site officiel de HAARP, rien ne pointe dans cette direction. De plus, les militaires contestent fermement qu'il y a un quelconque lien entre HAARP et le brevet 4,686,605 , une théorie qui a été avancée par Jean Manning et Nick Begich. <sup>122</sup> Ce brevet qui a été déposé par Bernard J. Eastlund, au nom de l'APTI ( Arco Power Technologies Inc.) contient 15 revendications, allant d'une méthode pour altérer au moins une région au dessus de la surface de la terre avec des rayons électromagnétiques à des méthodes pouvant fournir des particules artificielles en excitant la résonance cyclotronique électronique. <sup>123</sup> Si un tel dispositif devait exister, la possibilité de provoquer artificiellement des tremblements de terre serait à portée de mains en manipulant la fréquence Shumann par résonance.

L'APTI, petite société détenant une palette de brevets en relation avec la modification du climat et l'adjudicataire initial de HAARP, a été rachetée (à 100 %) par E-Systems en juin 1994 <sup>124</sup> dans le but d'être rachetée en avril 1995 par la Raytheon Corporation – un des principaux fournisseurs et un des plus grands entrepreneurs de l'aérospatiale et de la Défense américaine. <sup>125</sup> Premièrement n'oublions pas que la Raytheon était aussi le premier soumissionnaire perdant pour le projet HAARP et que le rachat ,quelques années plus tard, les a récompensés de la technologie Eastlund en plus du contrat. <sup>126</sup> Il est inutile d'argumenter que HAARP est une technologie civile :

---

<sup>118</sup> Lt. Col. David J. Dean USAF, *Low Intensity Conflict and Modern Technology*, Air University Press, Center for Aerospace doctrine, Research and Education, Maxwell Air Force Base, June 1986.

<sup>119</sup> USA and Russia supposedly develop secret meteorological weapons, *Pravda*, English Edition, September 30th 2005.

<sup>120</sup> Idem as footnote 118.

<sup>121</sup> National Defense Authorization Act for fiscal year 1995, 103<sup>rd</sup> congress, 2<sup>nd</sup> session, Report 103-82, Calendar 459, Report to accompany S.2182, Committee on Armed Services United States Senate, June 14<sup>th</sup> 1994.

<sup>122</sup> Dr. Begich J & Manning J., *Angels don't play this HAARP, advances in Tesla technology*, page 17, Earthpulse press, Anchorage, ninth printing, 2007.

<sup>123</sup> U.S. patent 4,686, 605 – issued August 11th 1987 to Bernard J. Eastlund and assigned to APTI inc., Method and apparatus for altering a region in the Earth's atmosphere, Ionosphere and/or Magnetosphere, claims 1, 2 and 11.

<sup>124</sup> *The New York Times*, E-Systems buys ARCO Power Technologies", June 30<sup>th</sup>, 1994.

<sup>125</sup> *The Wall Street Journal*, Raytheon to acquire E-systems for \$64 a share, Page 1, April 3rd 1995.

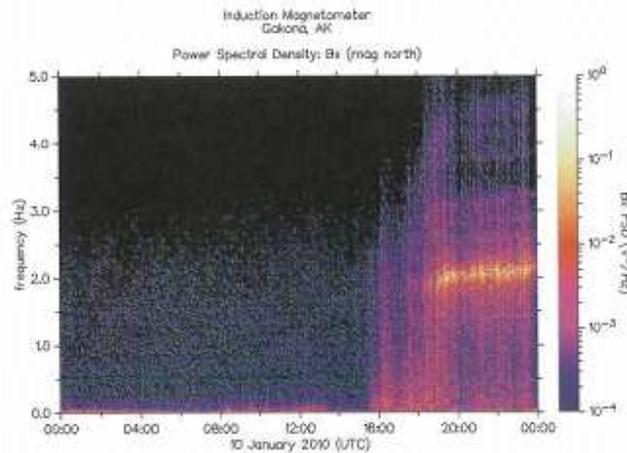
<sup>126</sup> Idem as footnote 122.

C'est comme si on disait que les installations dans lesquelles la bombe atomique a été conçue en 1945 ont servi à des projets purement scientifiques et pacifiques. Deuxièmement, un document des Forces Aériennes américaines qui ,de façon inattendue est apparue dans une bibliothèque publique, déclare qu'il est de l'intention du projet HAARP d'émettre une énergie effective de 100 millions de watt et que ' ceci n'a

jamais été fait sur terre ' .<sup>127</sup> Enfin et surtout la revendication 15 du brevet n° 4,686,605 décrit une méthode pour générer des rayons électromagnétiques dans les latitudes magnétiques qui englobe l'Alaska , exactement à l'endroit où sont situées les installations HAARP. Cette dernière pièce ferme la boucle entre l'APTI, Raytheon et le vrai but de HAARP. La description complète du brevet 4,686,605 est reprise dans l'annexe 11.

**Bien sûr, HAARP ouvre une porte pour des applications civiles comme refermer les trous d'ozone ou combiner un excès de CO2 dans la basse atmosphère –une des solutions pour lutter contre les changements climatiques- mais aussi une possibilité pour ' posséder le climat ' et remodeler l'ionosphère parce que la couche des courants atmosphériques est trop instable pour prédire des résultats lors d'opérations militaires. Ce point de vue est clairement souligné par le Contrôleur de l'environnement russe Valéry Stasenko qui déclare que HAARP est une question très préoccupante et que les perturbations dans la magnétosphère et l'ionosphère peuvent réellement avoir un impact sur le climat, y compris à l'échelle globale.<sup>128</sup> Voir l'article complet de la Pravda dans l'annexe 12.**

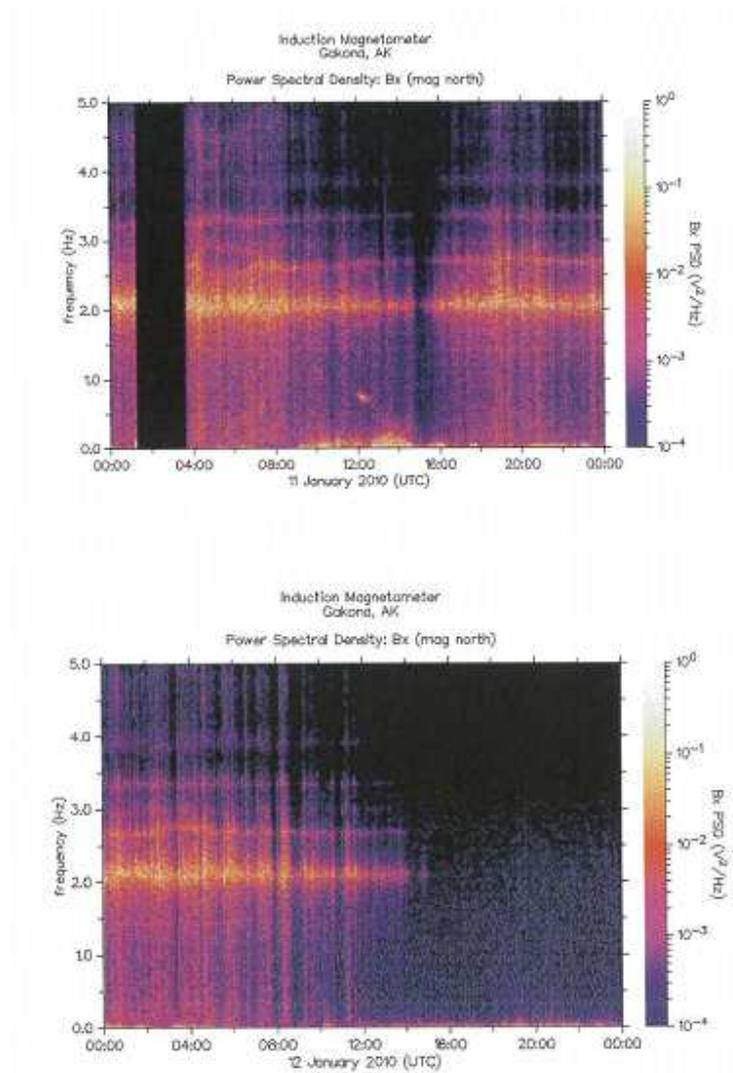
**Comme expliqué dans le début du paragraphe 'La guerre des fréquences ' entre Américains et Russes continue bien au-delà de guerre froide et elle continue au 21<sup>e</sup> siècle. En 2005, le météorologiste américain Scott Stevens a accusé les experts militaires russes de la destruction de New Orléans par l'ouragan Katrina bien qu'on puisse mettre en doute que des installations comme HAARP sont capables de libérer autant de puissance. Néanmoins que penser des images du magnétomètre à induction de HAARP qui détecte les variations temporelles des champs géomagnétiques pendant la période du 10 au 12 janvier 2010 ? Le mardi 12 janvier , à 16h53 heure locale (21h53 UTC) Haïti était dévasté par un tremblement de terre. La lecture officielle du magnétomètre était la suivante :<sup>129</sup>**



<sup>127</sup> A U.S. Air Force document, *Technical Memorandum #195, presentations from the HAARP workshop on ionospheric heating diagnostics*, issued October 1991, page 185, Phillips Laboratory, Hanscom AFB.

<sup>128</sup> USA and Russia supposedly develop secret meteorological weapons, Pravda, English Edition, September 30th 2005.

<sup>129</sup> <http://maestro.haarp.alaska.edu/cgi-bin/scmag/disp-scmag.cgi>



Les variations des flux magnétiques étaient extrêmes pendant les 24 heures précédant le tremblement de terre, agissant comme un précurseur de ce qui allait se passer quelque part sur terre dans les heures qui allaient suivre. On ne sait pas si l'armée américaine était pleinement compétente pour décoder cette information à ce moment là et permettre de déclencher une évacuation, ou si cette information a délibérément été occultée pour des raisons d'état ou pires.

Néanmoins, dans des sources officielles américaines, russes et européennes il est déclaré qu'il est clair que la modification du climat au début de ce 21<sup>e</sup> siècle n'est pas un canular ni une théorie conspirationniste mais une vérité d'acier. Il est indéniable que les Etats-Unis sont à la pointe de ces recherches et qu'ils retiennent des informations vitales sur la modification du climat et les possibles infractions envers les lois internationales concernant la souveraineté des états, non seulement les lois de pays alliés mais aussi les lois de leurs propres citoyens.

## 5.2.6. l'année 1996 – Le climat comme multiplicateur de force : posséder le climat en 2025

Le titre de ce paragraphe est également le titre d'un rapport de recherche présenté par le Colonel Tamzy J. House et son équipe à l'US Air Force le 17 juin 1996. Ce rapport fait partie d'un groupe d'études étiquetées ' 2025 '. Ces études sont conçues pour se conformer à une directive du Chef d'Etat Major des Forces Aériennes dans le but d'examiner les ' Concepts, capacités et technologies ' que les Etats-Unis devront acquérir pour rester la force dominante dans les airs et l'espace dans le futur '.<sup>130</sup> On pourrait croire que c'est une publication isolée d'un militaire enfiévré et combatif. Au contraire, il existe beaucoup d'autres projets dans ce domaine comme ce rapport de recherche ' Futurs alternatifs pour 2025 : planification de la sécurité pour éviter des surprises ' qui introduit même le concept d'une 'Pax Americana Globale '.<sup>131</sup> Si on examine de plus près les rapports de recherches individuels , on arrive à la seule conclusion pertinente que d'énormes ressources humaines sont octroyées pour la planification stratégique américaine et que tous les rapports de recherches sont étroitement interconnectés et s'ajustent dans un objectif mondial. Le document de recherche ' Posséder le climat en 2025 ' rassemble toutes les connaissances acquises dans le domaine du contrôle du climat et les développements possibles dans la matrice suivante de capacités opérationnelles :<sup>132</sup>

AVILIR LES FORCES ENNEMIES	AMELIORER LES FORCES AMIES
<u>Augmenter les précipitations</u> . Inonder les voies de communication . Réduire l'efficacité des opérations de reconnaissance. . Diminuer le niveau de confort / le moral	<u>Eviter les précipitations</u> . Maintenir/ améliorer les voies de communication . Maintenir la visibilité  . Maintenir le confort / le moral
<u>Augmenter les tempêtes</u> . Empêcher les opérations	<u>Modifier les tempêtes</u> . Choisir l'environnement du lieu de bataille
<u>Empêcher les précipitations</u> . priver d'eau fraîche / provoquer la sécheresse	<u>Générer brouillards et nuages</u> . Dissimulation accrue
<u>Météorologie de l'espace</u> . Perturber les communications / les radars . Mettre hors service / détruire les atouts spatiaux	<u>Météorologie de l'espace</u> . Améliorer la fiabilité des communications . Intercepter les transmissions ennemies . Revitaliser les atouts spatiaux
<u>Disperser les brouillards et les nuages</u> . Empêcher la dissimulation . Accroître la vulnérabilité des reconnaissances	<u>Disperser les nuages et les brouillards</u> . Maintenir les opérations aériennes . Améliorer l'efficacité des reconnaissances
<u>Détecter les actions ennemies concernant le climat</u>	<u>Se protéger des capacités ennemies</u>

Cette matrice est d'un intérêt tout particulier parce qu'elle ne présente pas uniquement des instruments pour modifier le climat comme l'ensemencement des nuages avec de l'iodure d'argent comme ce fut employé pendant le conflit vietnamien et le modelage de l'ionosphère par HAARP ('Space Weather') mais aussi le contrôle des précipitations et des tempêtes en générant des nuages ou des contrails. Cette possibilité sera discutée dans le prochain chapitre.

<sup>130</sup> Col T.M. House and team, Weather as a force multiplier, a research paper presented to Air Force 2025, page ii, Department of Defense School, August 1996.

<sup>131</sup> Col J.A. Engelbrecht, Jr., PhD and team, a research paper presented to Air Force 2025, page 107, Department of Defense School, April 1996.

<sup>132</sup> Refer to footnote 130, page vii.

Le document de recherche est très clair et fournit au climatologue le plus sceptique, qui nie la manipulation du climat par les Etats –Unis et ses Alliés , un aperçu de ce qu'on peut attendre au 21<sup>e</sup> siècle : ' Les tendances démographiques, économiques et environnementales actuelles vont créer des tensions au niveau mondial et fourniront l'élan nécessaire à beaucoup de pays ou des groupements de transformer la possibilité de modifier

le climat en capacité à le modifier. Aux Etats-Unis, la modification du climat fera partie de la politique de Sécurité Nationale avec des applications domestiques et internationales. Notre Gouvernement continuera une telle politique à différents niveaux, selon ses propres intérêts<sup>133</sup>. Ce document de recherche ne spécifie pas si les crises environnementales et économiques actuelles sont délibérément déclenchées ou créées dans le but d'atteindre les objectifs tels que statués dans la directive du Chef de l'Etat Major.

Les auteurs de ce rapport de recherche admettent explicitement que les Forces américaines possèdent une grande aptitude à modifier les nuages et les brouillards ainsi qu'une capacité relative de modifier les conditions atmosphériques ce qui renvoie au fait que HAARP n'est pas encore opérationnel à sa pleine capacité.<sup>134</sup> A cet égard, ils ont établi une feuille de route des compétences fondamentales à acquérir pour obtenir le contrôle artificiel du climat en 2025. Etant donné que les ressources en eau deviennent plus rares dans certaines parties instables du monde, l'importance à modifier les précipitations à des fins économiques et/ou militaires aura tendance à accroître<sup>135</sup>. Il est un fait que l'eau va devenir la marchandise la plus précieuse dans les prochaines décennies et le contrôle des réserves d'eau générera automatiquement le nouveau pouvoir mondial.

De surcroît, ce document de recherche inclut une feuille de route pour développer les systèmes qui permettront de manipuler le climat en 2025 avec une ligne de temps très précise. Elle inclut les applications suivantes :<sup>136</sup>

- Introduction de miroirs ionosphériques artificiels aux alentours de 2000 avec une accélération très nette de ces opérations à partir de 2008. On peut en extrapoler que le système HAARP ne sera pleinement opérationnel qu'après 2015.
- Emploi de substances chimiques pour l'ensemencement de l'atmosphère à partir de 2000 dans le but d'obtenir un soutien climatologique puissant en 2015 et un climat complètement contrôlable en 2025.
- Le graphique des véhicules aérospatiaux pour la délivrance et le graphique pour l'emploi des substances chimiques sont identiques, ce qui indique une augmentation importante des actions d'épandages. Il est clair que la somme de tous les actifs militaires des Etats-Unis et de l'OTAN ne sont pas en nombre suffisant pour atteindre les objectifs désirés et que l'aviation civile doit être incluse dans le but d'obtenir le succès.
- Introduction de 'nuages savants' par nanotechnologie aux environs de 2004 avec un accroissement exponentiel à partir de 2010. Une évolution identique est prévue pour 'l'Energie Dirigée' – un euphémisme pour parler du réchauffement de l'ionosphère.
- Une application très bizarre est l'introduction de CBD (Carbon Black Dust) ou poussière noire de carbone à partir de 2005- une technologie qui doit être développée par la DOD selon le document.

Bien que cette recherche contient un 'disclaimer' disant que ceci est une description fictive de futurs scénarios et que les points de vue n'expriment pas la politique officielle de l'US Air Force, la DOD et du Gouvernement américain, sa simple existence met en lumière l'ambition des militaires dans le domaine du contrôle du climat. Comme il a été suffisamment illustré, la technologie pour la manipulation du temps est déjà en place et l'allocation des ressources humaines pour de tels projets n'est possible qu'après une autorisation préalable de la DOD, des services comme la NSA et finalement des décideurs principaux du Gouvernement américain.

Enfin et surtout, il existe au civil la contrepartie du projet '2025' organisation appelée la WMA (Weather Modification Association). Cette organisation publie annuellement et parfois à un rythme plus important, un magazine traitant de la modification du climat.

---

<sup>133</sup> Idem as footnote 130

<sup>134</sup> Idem as footnote 130, page 32

<sup>135</sup> Idem as footnote 130, page 34

<sup>136</sup> Idem as footnote 130

Sa mission est de permettre aux personnes, aux organes politiques et autres organisations de prendre des décisions en connaissance de cause concernant les technologies permettant la modification du climat, les fournitures en approvisionnement en eau et des réductions des risques dus aux intempéries.<sup>137</sup> Bien que créée pour des utilisations bénéfiques, l'énoncé de sa mission présente une forte ressemblance avec la matrice des capacités opérationnelles du projet militaire '2025' concernant la partie 'Améliorer les Forces Alliées'.

Un extrait de ce document de recherche qui inclut la première page, le 'disclaimer', la table des matières et les différents graphiques sont inclus dans l'annexe 13.

### **5.2.7. La stricte nécessité de la géoingénierie pour générer des nuages dans le but de sauver la planète ( 1996 – 2010 ) :**

Une nouvelle évolution est apparue sur terre dans la première décennie du 21<sup>e</sup> siècle ; le climat est en train de changer graduellement et les écosystèmes sont en danger à la suite de l'activité humaine. L'ancien Secrétaire général des Nations Unies, Kofi Annan, l'a très clairement énoncé dans l'introduction du document impressionnant GEO-4, divulgué par le GIEC en 2007 : ' Imaginez un monde dans lequel les changements environnementaux menacent la santé de la population, sa sécurité physique, les besoins matériels et la cohésion sociale. C'est un monde en proie à des tempêtes plus intenses et plus fréquentes, assailli par la hausse du niveau de la mer.

Certains peuples feront l'expérience d'inondations tandis que d'autres devront endurer la sécheresse. La survie même des espèces a pris des proportions encore jamais vues. L'eau salubre est de plus en plus limitée, empêchant l'activité économique. La dégradation de la terre met en danger des millions de personnes. Ceci est notre monde aujourd'hui. <sup>138</sup> Durant une période relativement courte le 'Réchauffement Global' était inscrit en première page des agendas de beaucoup de politiciens.



Entre 2003 et le déclenchement du Credit Crunch ( resserrement du crédit ) en 2008, le 'Réchauffement Global' , la diminution des ressources naturelles et la sauvegarde de la planète en général, étaient des sujets très populaires dans les médias en partie en raison de la sortie du film d'Al Gore (An Inconvenient Truth' . Al Gore deviendra par la suite le premier milliardaire du Système de Plafonnement et Echange ( CO2 ).

Bien que le 'Réchauffement Global' reste un sujet très controversé après l'apparition du 'Climate Gate' en 2009, le 'Changement Climatique ' semble être une description plus appropriée du phénomène. P.M.Della –Marta et son équipe de Météoswiss ont prouvé, en analysant des séries homogènes de 54 t° maximales quotidiennes dans 15 pays européens, que les vagues de chaleur en été ont doublé depuis 1880 autant en nombre de journées chaudes qu'en durée de ces canicules. <sup>139</sup>

<sup>137</sup> Weather Modification Association website,  
<http://weathermodification.org/organisation.htm>

<sup>138</sup> GEO4, United Nations Environment Program, Introduction section, 2007.

Sa recherche confirme les données obtenues dans des recherches antérieures comme le document Press Therm Climate, élaboré sur ordre présidentiel après la forte canicule de 2003 en France qui a provoqué 14,947 causalités extrêmes et qui a eu comme conséquence la mort de 2200 personnes en 1 seul jour – le 12 août 2003. <sup>140</sup> Même si on tenait compte du 'Climate Gate' , on peut logiquement supposer que notre qualité de vie est en grand danger et une action immédiate est nécessaire pour sauvegarder la planète.

Beaucoup de scénarios atténuants ont été développés pour contrer le 'Réchauffement Global' comme p.ex. la restriction des gaz à effet de serre par la création du très rentable système de plafonnements et échange (cap & trade) faisant ainsi de la pollution un des domaines dans lequel il y a le plus grand rendement pour un investissement consenti ( octroyé) . Depuis 2001 des scénarios encore plus étranges ont été proposé dans les rapports d'évaluation du GIEC comme, la fertilisation des océans par du fer, l'effet chimique tampon (SO<sub>2</sub>) et la géoingénierie – des manipulations délibérées et à grande échelle de l'environnement de la terre à travers sa balance énergétique et la réflexion de rayonnement solaire incident additionnel vers l'espace. <sup>141</sup>

Néanmoins, des scénarios de géoingénierie à large échelle pour la réduction du réchauffement global apparaissent déjà dans des documents plus anciens comme le brevet 5,003,186 du 26 mars 1991 détenu par la Hughes Aircraft Company. Ce brevet contient 18 revendications pour réduire le réchauffement global de la planète par l'ensemencement de la stratosphère avec de l'oxyde d'aluminium ( revendications 3 et 12 ), de l'oxyde de Thorium (revendications 4 et 13), et des matériaux Welsbach réfractaires pour la réflexion des rayons solaire incidents (revendications 7 et 10), avec des particules d'un diamètre de 10 à 100 microns (revendications 6 et 16) et dispersés à une altitude comprise entre 7 et 13 km (revendications 5 et 14). <sup>142</sup> Se référer à l'annexe 14 pour l'aperçu complet du brevet 5.

Jusqu'à ce jour, les sources gouvernementales nient systématiquement l'existence de programmes opérationnels d'épandages atmosphériques dans le but de diminuer le réchauffement global mais on doit garder à l'esprit que le scénario proposé par le GIEC en 2001 est identique aux revendications contenues dans le brevet Welsbach. De plus la Hughes Aircraft Company a été achetée par Raytheon en 1997- Raytheon étant la compagnie qui a acquis E-Systems et le contrat HAARP. <sup>143</sup>

La méthode exacte d'épandage du mélange qui contient 1 ou plusieurs oxydes de métaux (revendications 1 et 11) n'est pas explicitement précisé dans le brevet 5,003,186 bien qu'une méthode de pulvérisation est succinctement décrite dans la section 'historique de l'invention' ; une solution proposée au problème du réchauffement global implique l'ensemencement de l'atmosphère avec des particules métalliques. Une technique proposée pour pulvériser ces particules métalliques était d'ajouter ces fines particules au fuel des avions à réaction pour qu'ainsi ces fines particules puissent être propulsées du moteur pendant que l'avion vole à une altitude de croisière. Alors que cette méthode permettrait d'augmenter la réflexion de la lumière incidente de l'espace, les particules métalliques pourraient piéger les longues ondes de rayonnement du corps noir émises par la terre. Ceci pourrait aboutir à une augmentation importante du réchauffement global. Ainsi, l'objet de cette invention actuelle est de fournir une méthode de réduction du réchauffement global dû à l'effet de serre, en permettant la chaleur de s'échapper de l'atmosphère. <sup>144</sup>

---

<sup>139</sup> Doubled length of Western European Summer Heat Waves since 1880, Della-Marta, P.M., M. R. Haylock, J. Lutherbach, and H. Wanner 2007, Journal of Geophysical research, volume 112, D15103, doi:10.1029/2007JD008510 – published August, 3rd 2007, Federal Office of Meteorology and Climatology Meteoswiss, Zürich

<sup>140</sup> Press Therm Climat, 142:25-30. Data for Dijon-Longvic Airbase, Centre Météorologique Départemental de la Côte d'Or, Dijon, 2005.

<sup>141</sup> IPCC Third Assessment Report, Climate Change 2001, working group III: mitigation, section 4.7 Biological uptake in oceans and freshwater reservoirs, and geo-engineering, GRID-Arendal, 2003.

<sup>142</sup> U.S. patent 5,003,186, Stratospheric Welsbach seeding for reduction of global warming, March 26th 1991.

<sup>143</sup> Raytheon Company and Hughes Electronic Defense Business (Hughes Aircraft) to merge, creating \$21 billion enterprise – combination creates a world leader in defense electronics, Raytheon press release, Raytheon Company Corporate Communication, New York, January 16th, 1997

<sup>144</sup> Idem as footnote 142, page 1.

Cependant , un document de recherche récent de David L.Mitchell et William Finnegan daté du 30 octobre 2009 nous éclaire sur l'ensemencement de l'atmosphère par les avions :<sup>145</sup>

- Le matériel d'ensemencement, constitué d'un composite pressé d'un réactif de Bismuth, d'aluminium et de Gilsonite (hydrocarbure naturel) pourrait soit être dissout soit être mis en suspension dans le fuel

des avions des lignes commerciales et ensuite être brûlé avec le fuel pour créer des aérosols.

- Sinon, le mélange pourrait être directement injecté dans les gaz d'échappement du moteur qui pourrait ainsi pulvériser ce matériel d'ensemencement le permettant de se condenser en un aérosol dans la traînée de l'avion. A cet égard, il est à remarquer que le Secrétaire Général de l'US Navy est en possession d'un brevet 3,899,144 datant du 12 août 1975, revendiquant l'invention d'un appareil spécifique générateur de contrails pour produire une traînée de poudre dotée d'une capacité de rayonnement maximale pour un poids donné de matière.<sup>146</sup> Le matériel d'ensemencement dans ce document est constitué à nouveau de 85% de particules métalliques, 15% de silice colloïdal et de gel de silice dans le but de produire une traînée stable ayant une période de latence de 1 à 2 semaines comme revendiqué dans l'étude de Mitchell et Finnegan.<sup>147</sup> Se référer à l'annexe 15 pour le texte intégral du brevet 3,899,144.

Comme nous l'avons discuté dans le cas d'étude au paragraphe 3.3.2., les KC135 et vraisemblablement aussi les AWACS sont déjà équipés de modules d'équipement qui permettent des opérations d'épandages. La question est de savoir si les proportions d'émission de gaz, plus élevés que dans l'aviation civile, ne fait pas partie du mécanisme d'épandage pour la géoingénierie.

Donc, initialement, la première méthode à injection directe par le fuel, a principalement été conçue pour l'aviation civile puisque la pulvérisation de ce mélange au moyen de modules d'équipement (pod) impliquerait la collaboration directe du personnel de l'aéroport, le management, le personnel de maintenance et ceci attirerait les médias. C'est également l'argument principal employé par les sites internet qui nient l'existence des 'chemtrails' comme 'Contrail Science'.<sup>148</sup> Ceci est très vrai puisque la vraie nature d'une telle opération implique une intense coopération à tous niveaux. Cependant le site internet Dutch Airport Portal, supposé être une plateforme pour pilotes professionnels, contient beaucoup d'envois se référant à des programmes d'épandage avec le 'X-432 (un dérivé du Baryum).<sup>149</sup> Il contient même des extraits d'un manuel d'utilisation d'une compagnie et des allusions que la KLM (compagnie aérienne hollandaise) est un partenaire des programmes d'épandages. Certains considèrent ce portail comme un 'canular', mais on peut se demander pourquoi tellement d'énergie serait dépensée pour générer une telle 'ordure' qui n'a aucun but. De plus, la nomenclature est similaire aux instructions permanentes d'opérations ainsi que les tableaux récapitulatifs tels qu'utilisés dans l'aviation commerciale. Se référer à l'annexe 16 pour l'impression de certains de ces envois sur ce site.

De plus, des preuves sont apparues qui confirment le fait que certains Ministères de la Défense de pays européens ont acheté de grandes quantités de Baryum ou de Barytine C14. Le document concret annexe 17, a été ôté de ce rapport pour des raisons de sécurité et conservé dans un endroit sûr.<sup>150</sup> Le Barytine C14 est également employé comme un traceur pour la mesure des courants marins dans le cadre du modelage climatique global.<sup>151</sup>

---

<sup>145</sup> Michell D.L. & Finnegan W., Modification of Cirrus clouds to reduce global warming, Desert Research Institute, Reno, USA, October 30th 2009.

<sup>146</sup> U.S. patent 3,899,144, Powder Contrail Generation, August 12th 1975.

<sup>147</sup> Idem as footnote 145.

<sup>148</sup> Contrail science, chemtrail plausibility study, <http://contrailscience.com/chemtrail-plausibility-study/>

<sup>149</sup> <http://www.airwork.nl/bulletinboard/showthread.php?t=6001&page=3>

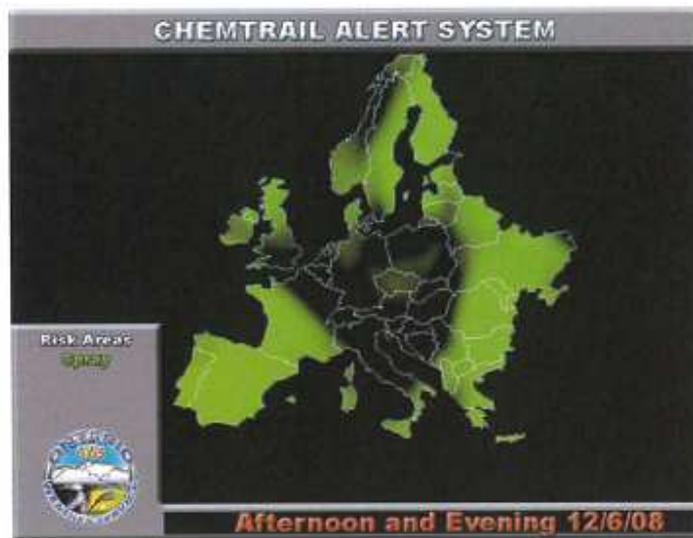
<sup>150</sup> .

<sup>151</sup> Modélisation Climatique Globale, PNEDC, page 60, Institut National des Sciences de l'Univers, Centre National de la Recherche Scientifique. 2005.

Il n'est pas surprenant de voir pourquoi de telles quantités ont été commandées. Se référer à l'annexe 17 pour certains instantanés d'écran concernant la confirmation de cette commande.

De plus, on peut voir une carte avec une planification d'épandages, carte divulguée par Kevin Martin, un météorologue travaillant pour l' Ontario Weather Service en 2008. Plus tard de tels affichages de planification d'épandages pour l'Europe,

l'Australie et les Etats-Unis apparaissent sur le site de Southern California Authority. Actuellement, cette section de ce site internet a été fermée depuis le 9 janvier 2010 pour des raisons inconnues.

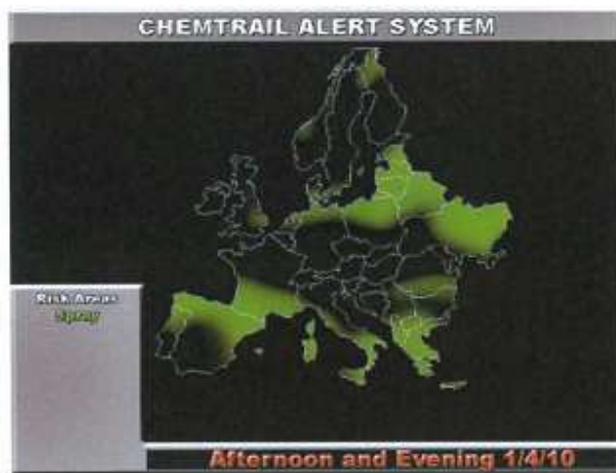


Cette carte montre la planification d'épandages pour le 6 juin 2008. <sup>152</sup>

Les planifications semblent être organisées selon un schéma logique pour couvrir toute l'Europe sur une période de 3 jours :



<sup>152</sup> By courtesy of Kevin Martin, meteorologist.



Les dernières cartes avec les planifications d'épandage sur le site De la Southern California Auyhority le 6 janvier 2010. <sup>153</sup>

L'existence de tels documents met en lumière la participation discrète mais l'implication très importante au sommet des gouvernements des projets de contrôle climatique, projets cachés au public pour la raison évidente que l'état actuel de la planète est pire que ce qui est admis au travers des médias. En effet, les scientifiques sont en train de chercher , avec une voix de plus en plus forte parlant de géoingénierie, de quoi contrer le scénario de la hausse de la température de 3°C (t° de surface) ainsi qu'un accroissement plus que doublé d'émissions de CO<sub>2</sub> pour l'année 2100 – données transmises par le GIEC en 2005. <sup>154</sup> Selon Mark Lynas , auteur du livre 'Six degrés' , le point critique pour provoquer des cataclysmes sur la planète est une hausse de la température de 2,5°C. Au-delà de ce point des conditions atmosphériques très versatiles et instables sont attendues, déclenchant des remous sociaux encore jamais vus, de là la loi martiale, des pénuries d'eau et d'aliments et des destructions étendues – plus particulièrement dans les régions basses. <sup>155</sup> Ceci est exactement le type de scénario que beaucoup de gouvernements tentent d'éviter au moyen de la géoingénierie par la production de cirrus artificiels dans le but de contenir l'augmentation de la température dans les limites et de pouvoir continuer le business sur la planète 'comme d'habitude'.

Un communiqué de presse divulgué le 4 septembre 2009 par 5 économistes de haut niveau dont 3 prix Nobel, juste avant l'ouverture du Sommet de Copenhague sur le climat sommet d'ailleurs délibérément torpillé ultérieurement, considère que la géoingénierie du climat est ' la réponse la moins onéreuse et la plus rapide' au réchauffement global et confirme ce point de vue. <sup>156</sup>

<sup>153</sup> <http://www.scwxa.org>

<sup>154</sup> Idem as footnote 151, page 63.

<sup>155</sup> Lynas Mark, Zes graden, onze toekomst op een warmere planeet, pages 129-193, Uitgeverij Jan Van Arkel, Utrecht, 2008.

Dans les options possibles, l'emploi des aérosols dans la stratosphère a obtenu la note ' très bien ' . Toutes les taxes carbone, actuellement négociées au niveau politique, sont considérées comme pauvres et inutiles pour sauver la planète – bien qu'elles sont un commerce très rentable. Le communiqué de presse intégral est inclus dans l'annexe 18.

Au moment de la divulgation de cette étude en mai 2010, notre équipe d'investigation est arrivée à la conclusion que des programmes de contrôle climatique sont mis en œuvre par les militaires , programmes approuvés par les gouvernements, dans le but d'éviter les pires scénarios qu'ils souhaitent ne pas voir se produire. Les deux instruments de base sont le contrôle de la température par la création de nuages artificiel et la manipulation de l'ionosphère par les réchauffeurs ionosphériques. Les deux méthodes restent fondamentalement des systèmes de combat militaires avec l'option d'attaquer si cela est jugé nécessaire. Cependant, puisque différents réchauffeurs ionosphériques sont installés à différents endroits du globe, on peut supposer qu'il y a une large coopération entre les gouvernements afin d'atteindre les objectifs climatiques d'ici 2025 : Contrôler le climat et aussi contrôler la planète.

Enfin et surtout , on peut se demander pourquoi le staff de l'Université d'East Anglia a délibérément manipulé les données au bénéfice du GIEC ? Accidentellement ou non, le début des falsifications des séries de données coïncident avec le début de l'ensemencement atmosphérique et du cycle opérationnel de HAARP. Une voie intéressante à investiguer serait de savoir si le ' Climate Gate ' ? n'est pas un accident mais une manœuvre bien planifiée pour préparer graduellement la population à leur futur sur cette planète.

### **5.3. MODUS OPERANDI POUR LE MODELAGE CLIMATIQUE A TRAVERS LA MODIFICATION DES CIRRUS :**

#### **5.3.1. Technique de modification des cirrus :**

Il a été adéquatement démontré que les cirrus ont un impact significatif sur la température et les précipitations à un endroit précis de la terre. Si on combine cette connaissance avec les plans stratégiques et les études scientifiques telles que décrites dans le chapitre précédent, ce n'est plus qu'une question de temps avant que le modelage du climat par modification des cirrus sera soit employé sur une large échelle, soit à des fins pacifiques soit à des fins militaires.

Comme expliqué dans le paragraphe 4.2.2., les émissions des tuyères qui se transforment en contrails, formant des cirrus artificiels sous certaines conditions, posent un problème potentiel de réchauffement global. Bien que, réfléchissant la lumière entrante, ils piègent les longues ondes de rayonnement du corps noir libérées par la terre et provoquent ainsi un net accroissement du réchauffement global.<sup>157</sup> En conséquence, il est impératif de développer des techniques fiables qui permettent l'échappement de la chaleur à travers l'atmosphère en tenant compte des caractéristiques albédo de cette planète.

Les brevets US 5,003,186 pour l'ensemencement atmosphérique et le brevet 3,889,144 revendiquant une génération de contrails produisant une traînée de poudre dotée d'une capacité de diffusion du rayonnement ainsi que la recherche de D.L.Mitchell et William Finnegan, affirment que le réchauffement global peut être réduit en ensemençant la haute atmosphère avec la combinaison de particules métalliques suivantes :

---

<sup>156</sup> Top economists recommend climate engineering, Press statement, September 4th 2009, Copenhagen Consensus Centre.

<sup>157</sup> U.S. patent 5,003,186, Stratospheric Welsbach seeding for reduction of global warming, Background of the invention, March 26th 1991.

Brevet US 5,003,186 Ensemencement de la stratosphère Par du matériel Welsbach. <sup>158</sup>	Brevet US 3,899,144 Powder contrail generation <sup>159</sup>	D.Mitchell, W.Finnegan Etude sur la modification des Cirrus. <sup>160</sup>
Un ou plusieurs oxydes de métaux (non spécifiés) dimension des particules 10à 100 microns  Oxyde d'aluminium  Oxyde de Thorium  Matériel Welsbach	85% de TiO <sub>2</sub> (p.ex. Dupont R-931 dimension médiane de la particule 0,3 micron 15% Silica colloïdal (p.ex. Cabot S-101 Silanox dimension médiane particule 0,007 microns Silica Gel ( p.ex. Syloid 65 dimension moyenne des particules 4,5 microns	Un mélange de composites pressés de Bismuth trioxyde  (BiI <sub>3</sub> ), Perchlorate de Potassium (KClO <sub>4</sub> )  15% Silica colloïdal  Aluminium (Al) et gilsonite (un hydrocarbure naturel)

Comme expliqué dans le chapitre précédent, le mécanisme nécessaire à son application est l'avion. Le brevet stratosphérique Welsbach suggère l'ensemencement à partir d'un avion à une altitude de 10 km, or ceci est dans la troposphère et l'altitude de croisière habituelle des avions.(sauf aux latitudes polaires)<sup>161</sup> D.Mitchell et W.Finnegan sont même plus précis : ' avec les processus de distribution déjà existants '. Cette approche de géoingénierie pourrait être moins coûteuse que d'autres approches proposées.<sup>162</sup> Ceci implique que le mécanisme d'épandage en croix de particules métalliques par l'aviation commerciale est déjà en place depuis un temps considérable. Les autres approches proposées pourraient être les technologies comme revendiquées dans le brevet 3,899,144, la fertilisation des océans (1975) ou même HAARP (1991). Se référer à l'annexe 19 pour le texte intégral de cette recherche.

Ajouter des fines particules métalliques au fuel Jet A-1 ou au fuel militaire le JP-8 ou le JP8+100 a un but spécifique. Elles sont caractérisées par une émissivité ou une réflectivité dépendant de leur longueur d'onde en ce sens que ces matières ont une haute émissivité dans les ondes visibles et infrarouge et une basse émissivité dans les régions jouxtant l'infrarouge. On fait référence à ce type de métaux comme du matériel Welsbach dans le brevet 5,003,186. En ensemençant les métaux dans la haute troposphère et la stratosphère, ces particules restent en suspension pendant un certain temps dans l'air et fournissent par leur nature un mécanisme pour convertir le rayonnement du corps noir de la région proche infrarouge vers le rayonnement des ondes visibles et infrarouge de sorte que l'énergie thermique peut être renvoyée vers l'espace, réduisant ainsi le réchauffement global dû à l'effet de serre.<sup>163</sup>

Quand à savoir si cette technique est adéquate pour réduire le réchauffement global, on peut affirmer que le premier examinateur du Bureau des Brevets ne délivre les brevets américains que si les inventeurs ont suffisamment démontré l'efficacité de leur invention. De plus, l'interdiction de divulguer peut être demandée si les brevets sont jugés préjudiciables ou vitaux pour la Sécurité Nationale. Dans certains cas, le Gouvernement peut même confisquer un brevet (' John Doe'). Une liste de brevets militaires, interdiction de divulguer, et le brevet 'John Doe' pour la période 1988-2000 sont repris dans l'annexe 20.

Une dernière considération : Pour être efficaces, ces particules métalliques doivent rester suspendues dans l'atmosphère pendant un laps de temps considérable. Le brevet 5,003,186 revendique que les particules doivent rester suspendues pendant au moins 1 an.<sup>164</sup> D.Mitchell et W. Finnegan emploient la même logique mais avec une durée de stagnation plus courte (1 à 2 semaines) mais largement suffisante pour créer des cirrus 'artificiels' qui permettent le modelage du climat avec, la température et les précipitations comme instruments.

<sup>158</sup> Idem as footnote 157

<sup>159</sup> U.S. patent 3,899,144, Powder Contrail Generation, August 12th 1975.

<sup>160</sup> Michell D.L. & Finnegan W., Modification of Cirrus clouds to reduce global warming, Desert Research Institute, Reno, USA, October 30th 2009.

<sup>161</sup> Idem as footnote 157.

<sup>162</sup> Idem as footnote 160.

<sup>163</sup> Idem as footnote 157.

<sup>164</sup> Idem as footnote 157, page 5.

L'argument employé dans la plupart de ces publications est le rapport coût/efficacité et par conséquent l'ensemencement de l'atmosphère par l'aviation semble être l'option la moins coûteuse pour la géoingénierie. Il n'est pas surprenant que bon nombre de plaintes civiles concernant les cirrus persistants et les 'théories conspirationnistes' sont en hausse. Dans le cadre de ce vaste projet américain de modification du climat à travers l'histoire, il est clair que la Hughes Aircraft Company a dû faire des essais sur une grande échelle avant de se voir attribuer les brevets et l'application de cette technologie a déjà été finalisée - rapport coût/efficacité à court terme, avec ou sans la coopération du personnel navigant, en bref 'parfait'.

### **5.3.2. Aspects légaux concernant la manipulation du climat à l'aide de l'aviation :**

La question se pose concernant l'aspect légal de ces épandages surtout en Europe puisque cela peut constituer une infraction de la souveraineté de l'espace aérien de plusieurs pays. Par exemple, l'espace aérien belge ( FIR et UIR EBBU) se compose du territoire belge, une partie de la mer du Nord et le Luxembourg.<sup>165</sup> Bien que tout avion qui émet un mélange de gaz d'échappements et particules métalliques opère dans un espace aérien contrôlé sur base d'un plan de vol approuvé, il faut se demander si la formation de cirrus artificiels au dessus de la France dérivant dans l'espace aérien belge ne constitue pas une violation de la loi. Néanmoins aussi longtemps que l'existence de la technique de formation de nuages par les contrails est officiellement démenti, ceci ne constitue pas un problème.

Aux Etats-Unis, les choses sont assez simples puisque c'est un pays étendu et l'épandage est légal selon la loi<sup>166</sup> Le projet ' Space Preservation Act proposal' de 2001 est assez intrigant. Cet acte a été rejeté le 19 avril 2002 après une remarque défavorable de l'exécution émanant de la DOD. A la suite de ceci, l'ensemencement de l'atmosphère par l'aviation a été considéré comme étant légal dans ce pays. Le projet, non revu, comportait une interdiction permanente concernant 'les armes spatiales exotiques' qui comprenaient les armes à infrasons (très basse fréquence) , les armes environnementales et climatiques et les 'chemtrails' – le seul document existant où ce terme est explicitement mentionné.<sup>167</sup> Cette loi a été reformulée dans un langage peu commun avec omission de ces 'armes exotiques' avant d'être soumise à la Commission. Les sites internet qui nient systématiquement l'existence des programmes de manipulation du climat affirment que le membre du Congrès et sponsor Denis Kucinick n'a même pas écrit cette loi ni lu un document écrit par des 'enthousiastes – OVNIS' avant qu'il ne soit trop tard.<sup>168</sup> Cependant ceci éclaire sur le professionnalisme qui règne dans certains cercles gouvernementaux.

Une copie de l'Acte de Préservation de l'Espace non revu est inclus dans l'annexe 21.

Les programmes d'épandage sont légaux en Russie et dans la République Populaire de Chine depuis qu'il existe des procédures réglementaires pour les grands rassemblements politiques et les parades.

Certains groupes d'intérêt mettent en question la légalité de la géoingénierie comme la solution au réchauffement global. Un de ces groupes est l'ETC-Group, une organisation de surveillance qui a son quartier général au Canada. Ils mettent en garde contre la sortie du plan B (géoingénierie) après l'échec du Sommet de Copenhague en 2009 et ils font remarquer que Bill Gates et Richard Branson sont très envieux d'expérimenter ' les technologies de géoingénierie rapides, peu coûteuses et imparfaites ' – ' qu'importe ce qui se passe sur la planète '. Selon le groupe ETC ' le lobby de géoingénierie n'a pas le droit de gérer les rayonnements solaires au nom de tous '.<sup>169</sup> Et ceci est très vrai. Se référer à l'annexe 22 pour le texte intégral publié par l'ETC-Group.

---

<sup>165</sup> Aeronautical Information Publication Belgium and Luxemburg CD-rom, AIP section ENR, issued by Belgocontrol, 2010.

<sup>166</sup> U.S. Public law 95-79, title VIII, Sec. 808, July 30th 1977.

<sup>167</sup> HR2977: Space perservation act of 2001, 107th congress 2001-2002.

<sup>168</sup> <http://contrailscience.com/kucinich-chemtrails-and-hr-2977/>

<sup>169</sup> Top-down planet hackers call for bottom-up governance, ETC Group news release, February 11th, 2010.

### 5.3.3. Aspects sécuritaires et aspects sanitaires consécutifs à la manipulation du climat par l'aviation :

Selon D.Mitchell et W.Finnegan ensementer l'atmosphère avec des aérosols contenant des oxydes de métaux et faisant partie des projets de géoingénierie présente certains inconvénients : <sup>170</sup>

- Accroissement des taux de destruction de l'ozone stratégique
- Coûts plus élevés pour pulvériser des composés sulfuriques dans l'atmosphère.
- Diminution du rayonnement solaire modifiant le cycle hydrologique avec des sécheresses plus fréquentes.
- Changement de la couleur du ciel, du bleu vers le blanc.
- Moins d'énergie solaire.

Les changements des configurations des précipitations ont déjà été parcourues au paragraphe 4.3., confirmant que ces projets de modelage du climat par l'aviation devrait être abordés avec plus de précautions. L'appauvrissement de la couche d'ozone est un fait qui pourrait être effectivement contrecarré si HAARP était employé à des fins plus pacifiques. Le changement de la couleur du ciel est selon toute probabilité due à l'apparition très fréquente d'un ciel laiteux et cette perspective est totalement inacceptable si la géoingénierie devait être mise en place sur une large échelle.

Selon des sources gouvernementales officielles, comme l'Agence Américaine pour les Substances Toxiques et l'Enregistrement des Maladies ( ATSDR) , des substances comme l'aluminium employés dans les mélanges sont toujours présentes dans pratiquement tous les aliments, l'air, l'eau, le sol et à ce titre l'exposition à cette substance est inoffensive et il n'y a pas d'effets cancérigènes connus. <sup>171</sup> La même logique est d'application lorsqu'on recherche les effets du Baryum.<sup>172</sup> Des questions se posent lorsqu'il faut interpréter des concentrations extrêmement élevées et dans une moindre mesure des concentrations de Baryum , mesurées au centre de Paris (p.ex. PTE = Paris Tour Eiffel) en novembre 2008 et dont les résultats sont inclus dans l'annexe 22, étant donné qu'il n'existe pas de normes fixes pour déterminer un niveau d'alerte pour ce type de contamination.

Pourtant il est évident que les émissions des tuyères – même sans l'addition d'un mélange pour pulvériser –sont une menace pour la santé publique, bien que les effets sont minimisés par l'industrie, résultat d'un profit corporatiste, de conflits d'intérêts et d'un contrôle inefficace par les Gouvernements et les autorités de régulation.<sup>173</sup> Le syndrome aérotoxique , reconnu pour la première fois en 1999 , affecte un nombre croissant de membres d'équipages et du personnel de cabine. Ce syndrome comprend les symptômes suivants observés chez le personnel qui été exposé aux fluides hydraulique , aux huiles de moteur ou des brumes, résultat de la circulation d'air prélevé dans la cabine pressurisée :<sup>174</sup>

- Symptômes de dysfonctionnement neurologique immédiatement après une exposition intense, avec perte de l'orientation spatio-temporelle, vertiges et perte de connaissance. Si ces symptômes se produisent chez un pilote, il y aura nettement un problème de sécurité.
- Symptômes oculaires, dermatologiques et naso- respiratoires immédiatement après exposition. De plus fréquentes expositions exacerbent les symptômes, induisant souvent des effets respiratoires et cardio-vasculaires.
- Symptômes gastro-intestinaux immédiatement après exposition. Les symptômes cessent après la fin de l'exposition, mais l'étude indique que les nausées et les diarrhées peuvent persister.

<sup>170</sup> Michell D.L. & Finnegan W., Modification of Cirrus clouds to reduce global warming, Desert Research Institute, Reno, USA, October 30th 2009.

<sup>171</sup> ToxFAQ for Aluminum, Agency for Toxic Substances & Disease Registry, September 2008.

<sup>172</sup> ToxFAQ for Barium, Agency for Toxic Substances & Disease Registry, August 2007.

<sup>173</sup> [www.aerotoxic.org/index.php/about-aerotoxic-syndrome](http://www.aerotoxic.org/index.php/about-aerotoxic-syndrome) , Is the aviation industry adressing the issue.

<sup>174</sup> Winder C., Fonteyn P. And Balouet J-C, Aerotoxic syndrome, a descriptive epidemiological survey of aircrew exposed to in-cabin contaminants., J Occup Health Safety – Australia & New Zealand 2002, 18(4) 321-338.

- Certains symptômes de déficience des fonctions neurophysiologiques immédiatement après exposition comme des maux de tête, de la désorientation et intoxication. Ces symptômes deviennent plus handicapants avec le temps avec une perte de la fonction cognitive et des problèmes de mémoire.
- Symptômes d'épuisement allant jusqu'à la fatigue chronique, effondrement du système immunitaire, intolérance alimentaire, allergies et polysensibilité clinique ( MCS) un certain temps après exposition.

L'équipage de cette étude avait les symptômes plus fréquents et à des taux plus élevés que la population de l'échantillon de contrôle. Pourtant, depuis que les pilotes et le personnel navigant bénéficient de visites médicales, le niveau de leur condition physique devrait être meilleure que celle constatée dans la population.<sup>175</sup> Beaucoup de gouvernements et organismes de réglementation ont commandé des enquêtes à ce sujet, mais jusqu'à présent ces études n'ont pas été ' capables de prouver de façon concluante qu'il y avait un lien entre l'air de la cabine contaminée et les problèmes de santé chronique '.<sup>176</sup> Le texte intégral de cette recherche est inclus dans l'annexe 24. Alors que le symptôme aérotoxique est le résultat conjoint de fuites de combustibles et d'huile de moteur, il existe d'autres preuves que le fuel lui-même est préjudiciable à la santé. Des tests approfondis, effectués par l'US Air Force en 1993, sur des singes, des rats, des souris et des chiens, les exposant aux fuels JP-4 et JP-7 (actuellement obsolètes) ont montré une diminution du poids de leur foie, une fragilité des globules rouges, une diminution de l'activité, de l'infertilité, une augmentation des inflammations qui parfois évoluaient en cancer suivi de mort.<sup>177</sup> Voir l'annexe 25 pour un extrait de cette étude. Il n'existe pas de documents divulgués sur les effets sur la santé du JP-8 ou du JP-8+100 (fuel militaire) mais on peut supposer qu'ils sont similaires à ceux décrits dans la recherche de 1993.

Cette recherche illustre le fait que les émissions des turbines d'avions, combinées ou non avec des aérosols, sont préoccupantes pour la santé publique et des actions devraient être prises par la société scientifique pour effectuer des études additionnelles sur l'effet des nanoparticules sur les humains et en général sur les écosystèmes.

---

<sup>175</sup> Idem as footnote 174, page 336.

<sup>176</sup> Idem as footnote 174.

<sup>177</sup> TP76-c2 Fuels on animals, Jet fuels JP-4 and JP-7, Health effects, 1993.

## 6. CONCLUSION

Le Secrétaire de la Défense peut effectuer des tests et des expérimentations incluant l'emploi de produits chimiques et d'agents biologiques sur les populations civiles.

Public Law of the United States, Law 95-75, title VIII, Sec.808, July 30<sup>th</sup> 1977

## 6.1. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS :

En combinant les connaissances sur la formation des contrails, les effets des cirrus sur le climat, l'historique des programmes de manipulation du climat, les études scientifiques de géoingénierie par la modification des cirrus, la technologie et les brevets disponibles et les réactions des pilotes sur terrain, on ne peut arriver qu'aux conclusions suivantes :

1. La manipulation du climat à l'aide de cirrus artificiels n'est ni un canular ni une théorie conspirationniste, mais actuellement la meilleure option en géoingénierie prise en compte pour contrer le réchauffement global. L'impact de la production de cirrus artificiels sur la température et les configurations des précipitations est appuyé par des preuves hautement scientifiques et adéquates.
2. L'ambition des Etats-Unis est de contrôler le climat d'ici 2025, à des fins civiles et militaires (stratégies offensives et défensives). Cette recherche contient une compilation de preuves documentées pouvant étayer cette déclaration.
3. La technologie pour organiser des épandages à grande échelle est largement disponible. L'aviation civile et l'aviation militaire sont employées à ces fins. Le mélange contenant des oxydes métalliques et des composés chimiques peut être, soit pulvérisé au moyen d'un dispositif spécialement conçu, soit incorporé au carburant du réacteur. Cette recherche est bien documentée dans ce domaine.
4. Etant donné que les brevets sont détenus par l'entrepreneur- fournisseur principal des Forces Armées Américaines (Raytheon) ou le Département de la défense et vu l'historique rapportée, il est évident que les programmes actuels de manipulation du climat sont organisés et dirigés par le Gouvernement Américain.
5. Les actions d'épandage en Europe ne sont possibles qu'avec un accord préalable et une intense coordination au sommet des Gouvernements et pour son exécution, un accord au niveau industriel. Le public est intentionnellement tenu à l'écart et est ignorant de l'existence de tels projets.
6. Bien que des actions d'épandages pourraient être considérées comme étant légales, elles peuvent potentiellement avoir un effet nuisible sur la santé. Il y a suffisamment de preuves scientifiques dans cette étude pour accréditer cette thèse.

Le but de ce document de recherche n'est pas de donner une appréciation morale sur ces actions. Néanmoins, les membres de cette équipe d'investigation sont unanimement d'accord de faire les recommandations suivantes pour le futur :

- a) Les cirrus artificiels doivent être classifiés comme une nouvelle classe de nuages par la WMO. Des recherches sur l'effet de ces nuages sur la nature et la santé publique devraient être faites et les résultats pris en considération. Les résultats - quels que soient ces résultats - devraient être rendus publics.
- b) Il est inacceptable que la flotte des avions AWACS volant pour l'OTAN, opère sous enregistrement civil luxembourgeois sans être soumis aux réglementations de l'aviation civile. Ceci est une violation flagrante de la loi et ceci devrait être corrigé dans un futur proche. Etant donné les ratios très défavorables des émissions de ces avions, la modification de ces moteurs devraient être envisagés et réalisés rapidement.
- c) Considérant l'aspect légal, il serait préférable de poursuivre en justice un groupe industriel tel que Raytheon plutôt qu'une agence gouvernementale. Il est clair pour nous que la responsabilité de Raytheon dans ce domaine est considérable avec la création d'un monopole dans le domaine du modelage climatique comme instrument militaire. Dans la mesure du possible, un veto international devrait être imposé pour ce types d'armes.

- d) Bien que l'existence de projets pour la modification du climat a été adéquatement démontrée dans cette recherche, il est du devoir d'un politicien sérieux, à tous niveaux, de demander maintenant des renseignements (enquêtes) au Gouvernement et de rendre public l'existence de ces programmes d'épandages. Un tel communiqué devrait obligatoirement inclure les raisons de ces épandages . Ceci n'est pas une matière à occulter pour des raisons d'état.

Les membres de cette équipe d'investigation ont effectué cette recherche de façon méticuleuse et avec un maximum d'intégrité et nous espérons que notre intervention révélera la vérité sur la manipulation du climat en exposant les vraies raisons au public qui a le droit de savoir.

Nous espérons que cette recherche contribuera à un monde plus pacifique. Enfin et surtout, nous remercions le Belfort-Group pour leur courage et nous leur souhaitons un maximum de succès dans la divulgation de ce document.

Au nom de notre planète, Agent Orange

$I_1$

## APPENDIX 1

I, 2

# Aircraft Engine Speciated Organic Gases: Speciation of Unburned Organic Gases in Aircraft Exhaust



I, 3

# Aircraft Engine Speciated Organic Gases: Speciation of Unburned Organic Gases in Aircraft Exhaust

Assessment and Standards Division  
Office of Transportation and Air Quality  
U.S. Environmental Protection Agency

and

AEE-300 - Emissions Division  
Office of Environment and Energy  
Federal Aviation Administration

---

EPA-420-R-09-902  
May 2009

---

I, 4

1                                    **Aircraft Engine Speciated Organic Gases:**  
2                                    **Speciation of Unburned Organic Gases in Aircraft Exhaust**

3  
4                                    W.B. Knighton, S.C. Herndon, and R.C. Miake-Lye

5  
6  
7     **Purpose and Scope:** The FAA and EPA are evaluating the methodology to quantify  
8 Hazardous Air Pollutants (HAPs) emissions from commercial aircraft engines, to be used  
9 when an aircraft HAPs emissions inventory is requested. Central to the methodology is a  
10 singular HAPs speciation profile. The final HAPs speciation profile will be:

- 11  
12                                    – Nationally consistent,  
13                                    – Supported by state-of-the-science data,  
14                                    – Representative of today’s commercial aircraft fleet, and  
15                                    – “Living” to continue to reflect the state-of-the-science as studies are  
16                                    conducted and new data becomes available.  
17

18 A second outcome of this effort is to evaluate and, if necessary, update the factors needed  
19 to convert between total unburned hydrocarbons (HC), volatile organic compounds  
20 (VOC), and total organic gases (TOG).  
21

22 The scope of this work is to update the current HAPs profile that exists for commercial  
23 aircraft engines, using recent HAPs measurements conducted on more modern  
24 commercial aircraft engines. The original HAPs profile has been in existence unchanged  
25 for over 2 decades, based upon a single 1984 measurement campaign by Spicer et al.<sup>1</sup> To  
26 support the update of the existing HAPs profile, consolidated data from Spicer and more  
27 recent measurements (EXCAVATE, APEX) will be investigated and discussed in this  
28 document. Important questions to address in this scope of work are: how to combine all  
29 of the data sets into a single profile given the various methods used to collect the  
30 samples; and how to address combustor technologies, etc. not yet tested. We still have  
31 very limited data to work with at this time, which limits the conclusions we can make, so  
32 it is necessary to be mindful of these questions as new HAPs data becomes available in  
33 the future and we endeavor to update this methodology.  
34

35     **Introduction:** Aircraft gas turbine engines are designed to burn their hydrocarbon (HC)  
36 fuel efficiently, since any inefficiency translates into carrying more fuel, a greater take-  
37 off weight, and a steeply rising cost of operation as efficiency decreases. Because most  
38 of the fuel is consumed at higher power settings and most of the operational time is spent  
39 at cruise, for power settings of cruise and above most engines convert significantly more

---

<sup>1</sup> HAPs profile No. 1098 in EPA’s SPECIATE database. <http://www.epa.gov/ttn/chief/software/speciate/index.html>  
Composite profile developed from data for a CFM-56 jet engine fired with JP-5 fuel at idle, 30% thrust and 80% thrust. Data collected by GC/MS and DNPH analyses were combined according to average LTO cycle times obtained from AP-42. Spicer, C. W., et al., Battelle Columbus Laboratories, Composition and Photochemical Reactivity of Turbine Engine Exhaust, Report No. ESL-TR-84-28, Prepared for Air Force Engineering and Services Center (RDVS), Tyndall AFB, FL, September 1984.

I, 5

## Technical Support Document

1 than 99% of the fuel through complete combustion to carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and water  
2 (H<sub>2</sub>O). At idle conditions, much less fuel is consumed and, in the interest of maintaining  
3 stable combustion at lower power conditions, some sacrifice in combustion efficiency  
4 occurs even though this inefficiency is still only a percent or so. Any combustion  
5 inefficiency of HC fuel will result in emissions of some combination of CO and  
6 incompletely oxidized HCs, as well as some carbonaceous particles.

7  
8 From the point of view of understanding the combustion process, knowing the  
9 combustion efficiency is important since any HC emission represents an inefficiency in  
10 converting fuel to CO<sub>2</sub> and H<sub>2</sub>O. In order to understand the environmental impact of the  
11 emissions, it is important to quantify the amounts of the emitted species, especially those  
12 that are deemed highly toxic or carcinogenic. The US EPA considers a number of HCs  
13 (among other pollutants) as HAPs, and quantification of levels of these species takes on a  
14 special importance. This report will discuss the emissions of HAPs from aircraft engines  
15 and how the speciation of the HC emissions relates to levels of the various HAPs present  
16 in aircraft exhaust.<sup>2</sup> Since the concentrations of HCs and HAPs are highest in the exhaust  
17 at low power conditions, the emphasis will be on measurements under such conditions.

18  
19 Components of PM emissions from aviation engines may also be classified as Hazardous  
20 Air Pollutants, but PM emissions are measured and analyzed very differently than  
21 gaseous emissions, and are not discussed in this document. Much work is currently being  
22 directed at identifying measurement approaches and resolving sampling issues for  
23 aviation gas turbine engine PM emissions (e.g. the APEX and related campaigns), and  
24 data characterizing PM emissions from a variety of commercial aircraft gas turbine  
25 engines is being accumulated.

26  
27 **Background:** Several studies have attempted to document the speciation of the HCs  
28 emitted from aircraft engines. Most notably, in the 1980s Spicer et al. (Spicer, Holdren et  
29 al. 1994) performed a series of studies on a set of military engines using a variety of  
30 analytical techniques to quantify a wide range of HCs. Subsequently Gerstle et al.  
31 (Gerstle, Virag et al. 1999) examined another set of military aircraft, with a similar set of  
32 analytical techniques. Most recently, a set of studies initiated by NASA called Aircraft  
33 Particle Emissions eXperiment (APEX), and supported by a wide range of sponsors  
34 (NASA, FAA, CARB, EPA, DoD ...) has focused attention on commercial aircraft  
35 Particulate Matter (PM) emissions (Wey 2004; Onasch, Jayne et al. 2006; Wey,  
36 Anderson et al. 2006; Lobo, Hagen et al. 2007), using a wide range of analytical  
37 techniques. These studies also included HC gaseous emissions analysis. Some of the  
38 techniques employed in APEX1-3 overlap with the earlier tests, but also some more  
39 advanced (faster time response/higher sensitivity) techniques were used during APEX.<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> It should be noted that because a compound is considered hazardous it does not imply health or welfare effects at current levels, or that it is appropriate to adopt controls to limit the emissions of such a compound from turbine engine aircraft or their fuels.

<sup>3</sup> APEX was the collaborative research effort of NASA, EPA, DoD, and the FAA. The main objective of the APEX research was to characterize both gaseous and particulate emissions to advance the understanding of emissions from commercial aircraft engines. APEX1 was conducted in April of 2004 with a NASA-owned DC-8 aircraft equipped with CFM-56-2C1 engines. APEX2 was conducted in August 2005 for typical in-use aircraft engines (CFM56 engines on B737 aircraft), APEX3 testing was conducted

I,6

## Technical Support Document

1 The range of experiments and the variety of techniques employed can be used to provide  
2 greater confidence in the HAPs emissions measurement data, and to allow assessment of  
3 which results can be verified by multiple techniques. In addition, one engine type, a  
4 CFM56 (a high bypass turbofan engine), was part of both the Spicer and APEX studies,  
5 so that a most direct cross comparison can be made.<sup>4</sup>

6  
7 The comprehensive measurements of Spicer et al. (Spicer, Holdren et al. 1994) have  
8 provided valuable data for the CFM56-3 and the TF-39 (forerunner to the General  
9 Electric CF6 class of high bypass turbofan engines).<sup>5</sup> These measurements were  
10 conducted using a mixture of on-line instrumentation and canister sampling with off-line  
11 analysis developed from a prolific program of military engine emissions characterization.  
12 This work chose to report values as ppmC present in the exhaust. The data labeled 'idle'  
13 in this work was conducted at nominal 'ground idle' and does not reflect the ICAO  
14 definition of idle, also called 7% of rated thrust. The Spicer et al. work finds that 40% of  
15 the organic gas mass is accounted for by the compounds, ethene, formaldehyde, propene,  
16 ethyne and methane.

17  
18 In a report to the US Air Force, Gerstle and co-workers (Gerstle, Virag et al. 1999)  
19 reported HC emission rates for several engines not included in the ICAO databank, as  
20 well as some emissions from auxiliary power units. Some of the military engines  
21 addressed in this study represent older engine technologies that are no longer represented  
22 in the commercial fleet and, as such, there may be issues regarding combustion  
23 efficiencies at low power conditions that may cause significant differences in emissions  
24 due to raw fuel contributions to the HCs emissions at low power (personal  
25 communication Will Dodds, GE, and KBE, February 2007 et seq.).

26  
27 A more recent series of measurements have focused on commercial engines. NASA's  
28 interest in charactering the emissions from commercial engines in dedicated engine tests  
29 was demonstrated during the EXCAVATE campaign. Anderson et al. (Anderson, Chen  
30 et al. 2006) measured the speciated organic gas emissions from a Rolls-Royce RB211-  
31 535-E4 engine (another high bypass turbofan engine) for two different fuel sulfur levels.  
32 A very comprehensive program continued with the APEX-1 campaign (Wey, Anderson  
33 et al. 2006) within which HAPs characterization was conducted with high time response  
34 on-line organic gas speciation using infrared fingerprint absorption spectroscopy and  
35 chemical ionization mass spectrometry for a CFM56-2C1 (Knighton, Rogers et al. 2007;

---

in October and November of 2005 spanning a range of engines from a small business jet, through a modern regional turbofan, a single-aisle transport turbofan, to a large high bypass ratio turbo fan, representing five different engine types, some measuring more than one example. In all studies, exhaust plumes were sampled at the engine exit plane and several downstream measurement locations.

<sup>4</sup> CFM56 and the CFM logo are for CFM International, which is a joint company of Snecma and General Electric. Snecma is a French manufacturer of engines for commercial and military aircraft, and space vehicles.

<sup>5</sup> The General Electric TF-39 was the first high bypass turbofan engine, and it was developed for the Air Force back in 1965 for a new transport aircraft. Turbofan engines with a bypass ratio of 5 or greater are considered to be high bypass turbofan engines (Cumpsty, N., Jet Propulsion, Cambridge University Press, 2002, p. 46.). Bypass ratio is the ratio between the mass flow rate of the air drawn in by the fan, but bypassing the engine core, to the mass flow rate passing through the engine core (Cumpsty, loc. cit.).

I, 7

## Technical Support Document

1 Yelvington, Herndon et al. 2007). Time integrated LTO cycle data were also collected at  
2 the same time (Kinsey et al, document in preparation). An analysis of the JETS/APEX-2  
3 (Lobo et al., 2007)<sup>6</sup> and APEX-3 datasets is forthcoming (Timko et al., in preparation).

4  
5 In all of the APEX dedicated engine tests, measurements were made at both the engine  
6 exit plane and in the plume at a downstream location (nominally 30 m for an intermediate  
7 engine size such as a CFM56). It is important to note that the measured HC profile is  
8 relatively consistent regardless of measurement location. In the ensembles of data  
9 presented below, all of the various distances, fuels, and power conditions below 30% of  
10 rated thrust are combined in demonstrating the tight correlations among HC emissions.  
11 Further, in the airport studies discussed next, much further downwind measurements also  
12 indicated no change in the relative concentrations of species, although as the exhaust  
13 continues to dilute, the species present as very small fractions of the total profile begin to  
14 fall below detection limits as distances increase further from the emission source.

15  
16 In addition to dedicated engine tests, sampling from airports during routing operation  
17 have also provided useful data for HAPs emissions. Using analysis of wind-advected  
18 plumes sampled at Boston Logan International Airport, selected speciated organic gas  
19 emissions were characterized from in-use aircraft (Herndon, Rogers et al. 2006).  
20 Schürmann et al. (Schürmann, Schäfer et al. 2007) also measured volatile organic  
21 compounds using canister sampling of diluted exhaust in an operational taxiway area.  
22 They found that refueling activity altered the profile of hydrocarbons considerably. An  
23 analysis of the wind advected data collected at the Oakland GRE and taxiway/runway  
24 sampling is forthcoming (Herndon et al., in preparation).

25  
26 All of the studies indicate that a wide range of combustion-related emissions are present  
27 in aircraft exhaust. Despite the long list of species present, a ranking of the species by  
28 concentration indicates that 15-20 species represent most (95% or more) of the emissions  
29 on the basis of concentration. A greater number of species are present at a fraction of a  
30 percent or smaller of the total concentration. Of the overall speciated mixture, a number  
31 of species can be considered HAPs, while another set may be significant to the overall  
32 level of VOC emissions but data indicating toxicity are lacking.

33  
34 An important point to note is that no instrument measures all of the HC emissions. The  
35 fast time response instrument (Proton Transfer Reaction Mass Spectrometer: PTR-MS)  
36 used for HC measurements in APEX was focused on measuring relevant HAPs, and as  
37 such was not capable of measuring alkanes or acetylene. Since the PTR-MS is capable of  
38 measuring a wide range of HCs other than alkanes and acetylene, the measurement focus  
39 was on a list of species that were measurable by the PTR-MS, identified EPA HAPs  
40 species, and present in aircraft exhaust. Formaldehyde and ethylene were also not  
41 measurable with the PTR-MS, but were measured separately in APEX using IR  
42 techniques (Tunable Infrared Laser Absorption Spectroscopy: TILDAS). In the Spicer

---

<sup>6</sup> Additional data reported from JETS/APEX2, taken by the UC Riverside team, was not used to develop the jet aircraft speciation profile, because the compromised sampling system for that data source prevented a complete and high-confidence organic compound data set from being assembled from the UC Riverside data.

I, 8

## Technical Support Document

1 studies, a wide range of techniques was used, but no measurement of methanol was  
2 attempted, and none of the trimethylbenzenes nor several of C9-C11 aromatic species  
3 were identified with the techniques employed therein. In many of the studies, a Flame  
4 Ionization Detector (FID) was used to quantify the total “unburned hydrocarbons”  
5 (UHCs), but this is an imperfect estimation of the total emissions due to the FID’s non-  
6 uniform response to different carbon-containing compounds. All this is to note that,  
7 while these several data sets provide very useful data on many individual compounds and  
8 their relationship to one another, arriving at an estimate of a total quantity by mass or by  
9 concentration is dependent on which species are included in the total. And, the measured  
10 species are determined by what measurement techniques have been employed.

11

12 **Data Comparison:** The most direct intercomparison between the earlier studies and the  
13 recent APEX mission is accomplished through the overlap with the CFM56 engine.  
14 Table 1 reproduces Spicer’s speciation data for this engine (Spicer, Holdren et al. 1994)  
15 ranked in order of decreasing concentration. The first column lists the species present in  
16 the highest concentration, which represent about 95% of the total speciated non methane  
17 hydrocarbon (NMHC) emissions on a concentration basis as measured by Spicer. The  
18 highlighted species indicate those species measured by Spicer that were also quantified in  
19 APEX by PTR-MS (yellow) or TILDAS (green). In the first column, only acetylene and  
20 ethane are not highlighted. In subsequent columns, the sum of which represents 5% of  
21 the Spicer emissions concentration, a number of other alkanes also are not highlighted.  
22 These species, not measured by PTR-MS or TILDAS, represent about 1.4% of Spicer’s  
23 total, and are not typically considered HAPs. It is worth noting that, of the species noted  
24 in the “EPA 14” and “FAA 10” HAPs lists that were developed based on relevant HC  
25 emissions from aviation engines (URS and FAA 2003), all of those species are in the  
26 highlighted (measured in both studies) elements of Table 1.

27

28

I, 9

Technical Support Document

1 Table 1. NMHC emission ratios for the CFM56-3 engine reported by Spicer et al. listed  
 2 in decreasing magnitude. The first column represents 95% of the emissions on a molar  
 3 basis. Green highlighted cells indicate compounds that are measured by TILDAS. Yellow  
 4 highlighted cells indicate compounds that are quantified by the PTR-MS.  
 5

Compound	ER (mmole/mole)	Compound	ER (mmole/mole)	Compound	ER (mmole/mole)
ethylene	0.77	acetone	0.0089	1-nonene	0.0027
formaldehyde	0.572	C5-ene	0.0072	propane	0.0025
acetylene	0.211	2-methylpentane	0.0066	1-CH <sub>3</sub> -naphthalene	0.0024
propene	0.151	benzaldehyde	0.0062	hexanal	0.0023
acetaldehyde	0.135	1-heptene	0.0061	C5-cyclohexane	0.0023
acrolein	0.061	naphthalene	0.0059	ethylbenzene	0.0023
1-butene	0.044	C5-ene	0.0055	C4-benzene	0.0023
glyoxal	0.044	cis-2-butene	0.0052	o-xylene	0.0022
1,3-butadiene	0.044	styrene	0.0041	2-CH <sub>3</sub> -naphthalene	0.0020
benzene	0.03	n-undecane	0.0040	C5-benzene	0.0020
methylglyoxal	0.029	n-pentane	0.0038	1-decene	0.0018
ethane	0.024	n-dodecane	0.0038	C13-alkane	0.0014
butanal/crotonaldehyde	0.019	m,p-xylene	0.0037	C14-alkane	0.0013
propanal	0.017	2-methyl-2-butene	0.0037	n-heptane	0.0009
1-pentene	0.015	1-octene	0.0034	n-octane	0.0008
1-hexene	0.012	n-decane	0.0031	n-nonane	0.0007
toluene	0.0097	phenol	0.0029	C12-C18 alkanes	0.0045

6  
 7 The highlighted sections in Table 1 indicate that comparisons can be made for the  
 8 measurements of those species measured for Spicer's CFM56 and the several CFM56  
 9 engines measured in APEX. Those comparisons are listed in Table 2 as mass ratios,  
 10 expressed as ratios of Emission Indices (EIs). The EI of a species is the mass of that  
 11 species emitted in grams, divided by the mass of fuel consumed in kilograms (species  
 12 g/kg fuel). The unhighlighted elements in Table 1 indicate that the APEX PTR-  
 13 MS/TILDAS data set is missing those elements and no direct comparison can be made  
 14 and are thus not included as rows in Table 2. The unhighlighted elements in Table 1  
 15 represent approximately 12% of the concentration in Spicer's list.

16  
 17

I, 10

## Technical Support Document

1 Table 2. Compound EIs normalized to formaldehyde ( $EI_x/EI_{HCHO}$ ) for low engine powers  
2 (4-15% rated thrust) evaluated as the slopes of plots of  $EI(x)$  vs  $EI(HCHO)$

Compound	APEX 1 $EI_x/EI_{HCHO}$	APEX 2 $EI_x/EI_{HCHO}$	APEX 3 $EI_x/EI_{HCHO}$	Spicer et al. $EI_x/EI_{HCHO}$
Methanol	0.18	0.14	0.12	--
Propene	0.36	0.39	0.38	0.37
Acetaldehyde	0.32	0.36	0.36	0.35
Butene + Acrolein	0.30	0.45	0.48	0.36
Acetone + Propanal + Glyoxal	0.18	0.16	0.20	0.24
Benzene	0.15	0.17	0.16	0.14
Toluene	0.056	0.082	0.073	0.052
mass 107	0.088	0.138	0.103	0.089
mass 121	0.074	0.119	0.085	--
mass 135	0.035	0.074	0.051	--
mass 149	0.014	0.038	0.027	--
Naphthalene	0.018	0.034	0.020	0.044
Methylnaphthalenes	0.009	0.023	0.016	0.037
Dimethylnaphthalenes	0.0026	0.011	0.0083	--
Phenol	0.063	0.064	0.050	0.016
Styrene	0.020	0.035	0.023	0.025
Acetic acid	0.16	0.057	0.084	--

- 3 **propene** – quantified assuming that 68% all of the ion intensity measured at  $m/z43$  originated originates  
4 from propene.  
5 **butene + acrolein** – quantified assuming the  $m/z 57$  signal is distributed as reported by Spicer et al. 45%  
6 butenes and 55% acrolein.  
7 **acetone + propanal + glyoxal** – quantified assuming the  $m/z 59$  signal is distributed as reported by Spicer  
8 et al. 12% acetone, 25% propanal and 63% glyoxal.  
9 **Mass 107** – quantified as p-xylene and represents the sum of o,m,p-xylene, ethyl benzene & benzaldehyde  
10 **Mass 121** – quantified as 1,2,4-trimethylbenzene and represents the sum of  $C_9H_{12}$  and  $C_8H_8O$   
11 **Mass 135** – quantified using a single rate constant and represents the sum of  $C_{10}H_{14}$  and  $C_9H_{10}O$   
12 **Mass 149** – quantified using a single rate constant and represents the sum of  $C_{11}H_{16}$  and  $C_{10}H_{12}O$   
13

14 However, as is noted by the first row of Table 2, Spicer did not measure methanol, which  
15 is approximately 5% of Spicer’s total concentration, which would increase the HC total  
16 by that amount. There are also several other aromatic species listed in Table 2, which  
17 were not identified in the Spicer analysis. While these compounds would fall into the  
18 second two columns of Table 1 if they were included, and thus represent only a percent  
19 or so of the total concentration profile, they do represent a significant number of aromatic  
20 compounds. These several differences in the lists of species measured in these  
21 measurement studies highlight the uncertainty in working with any “total” emissions  
22 level: the “total” is only a sum of whatever species are included in the “total”.  
23

24 A longer list of species measured in the APEX campaigns but not measured by Spicer is  
25 included in the accompanying spreadsheet. In that spreadsheet, the additional species are  
26 color coded by blue (from PTR-MS) and yellow (from EPA’s set of integrating  
27 measurements, Kinsey et al, manuscript in preparation).  
28

I, 10

## Technical Support Document

1 This spreadsheet also provides a normalized emission profile. This profile was  
2 developed based on Spicer's original speciation and carbon balance. Adjustments and  
3 additions were made, based on the new data available (all APEX1-3 data discussed in this  
4 report), but the measured species continue to make use of the original carbon balance.  
5 Thus, because of the longer list of species now quantified, these refinements to the  
6 speciation profile result in a decrease of the unidentified emitted mass from about 35% in  
7 the original Spicer work (34% if methane were included, but as discussed below, Spicer  
8 has shown elsewhere that the methane measurement was due to background methane and  
9 should not be included in the sum) to about 29% due to the additionally identified species  
10 and refinements to phenol and butyraldehyde/crotonaldehyde. Separate analysis of the  
11 total HC emissions by independent measurements during the APEX1-3 campaigns (J.  
12 Kinsey, personal communication) used time-integrated sampling over a range of power  
13 conditions. Because that approach is distinguished from the single power points  
14 measured by Spicer and the data presented here, precise agreement would not be  
15 expected due to different dependence on background levels and related data analysis  
16 issues. However, despite these potential differences, similar ratios of the sum of  
17 identified to the total HC mass were calculated using the time integrated measurements in  
18 APEX1-3 as compared to those of this revised profile, giving increased confidence in the  
19 overall HC mass balance presented with these data.  
20

21 While the unidentified species mass has been reduced through this process, the  
22 composition of that unidentified mass remains an uncertainty. In the original Spicer  
23 profile, which used gas chromatography and various HC capture techniques, the  
24 unidentified mass could possibly include contributions from some of the species that  
25 were specifically identified. In other words, based on the original Spicer work, one could  
26 argue that some of the identified species may have been present in larger amounts than  
27 were reported because they may have also been contributing to the unidentified mass.  
28 That would be a result of some mass "sticking" to a GC column or a HC capture medium.  
29 The new additional data reduces that uncertainty considerably, since independent real-  
30 time data were collected which largely corroborated the Spicer profile. The combination  
31 of the original and new data provide good evidence that the identified species contribute  
32 to the profile at the levels measured and have little or no contribution to the unidentified  
33 HC mass fraction.  
34

35 Table 2 compares the concentration of the particular species of interest to that of  
36 formaldehyde, which is one of the most prevalent emissions and serves as a useful  
37 reference species. This is done, rather than directly compare concentrations, since the  
38 combustion efficiency is highly dependent on precise fuel flow and power settings at low  
39 engine powers, with ambient temperature also having a significant impact on emission  
40 levels (Yelvington, et al.). Since engine operating point, ambient temperature, and  
41 related details are all slightly different from test to test, the combustion efficiency is also  
42 likely to vary from data set to data set. However, the relationship of the various  
43 emissions to each other is quite constant even though their levels may go up and down  
44 together.  
45

I, 11

## Technical Support Document

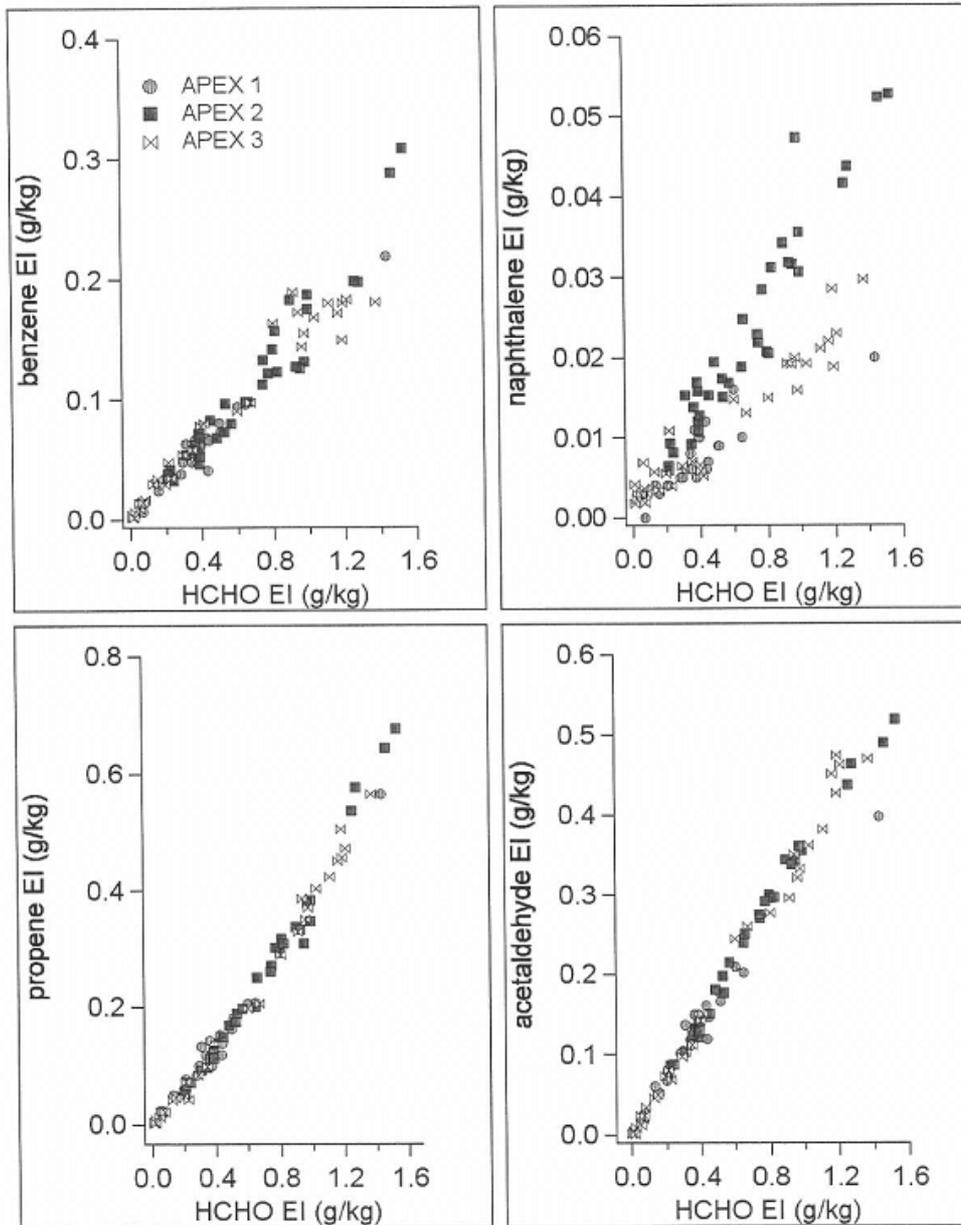
1 Figure 1 shows that this is true not only for the CFM56 measured in APEX1 and  
2 discussed by Yelvington et al. but it is also true for the several CFM56 engines measured  
3 in JETS/APEX2 and, indeed, is equally true for the wider range of different commercial  
4 engine types measured in APEX3. In fact, not only is it true that the speciation is  
5 invariant as a specific engine varies power and combustion efficiency, but for the range  
6 of commercial engines measured in APEX1-3 and the range of standard jet fuels used  
7 through those tests, the relationship between the various HC emissions, (i.e. the  
8 *speciation profile* shown here as individual species plotted versus formaldehyde, HCHO),  
9 is also invariant across these different commercial engine types: all of the curves lie  
10 essentially on top of one another. ***The invariance of the speciation profile across power  
11 settings, ambient temperature, and engine types for commercial engines is very useful  
12 for interpreting HAPs emissions from commercial engines.***  
13

14 The range of fuels used in the diverse set of tests presented in Figure 1 suggests that fuel  
15 also has a minimal impact on the speciation profile. Fuel sulfur and aromatic content  
16 spanned a range of values across these tests, particularly when the APEX1 fuel sulfur  
17 additions are included. However dramatic changes in the hydrocarbon composition of  
18 the fuel, as might be encountered using alternative fuels like Fischer-Tropsch or bio-  
19 fuels, have not been explored in the set of data presented here.  
20

21 The correlation of each of the individual species versus formaldehyde plotted in Figure 1  
22 show that, for the three APEX campaigns, there are very tight correlations for the several  
23 species plotted. Species present in greater concentration (propene and acetaldehyde)  
24 have a tighter correlation than species at lower concentrations (benzene and, especially,  
25 naphthalene, which is a PAH and may begin condensing on PM emissions soon after  
26 leaving the engine, which might affect its gas phase concentration).  
27

I<sub>112</sub>

Technical Support Document



1  
2  
3  
4  
5

Figure 1. Correlation scatter plots of selected HC vs. HCHO emission indices measured on the 1-meter probe under low power, 4-15% rated thrust.

6 Table 2 provides the comparison between the speciation profile measured by Spicer and  
7 that from PTR-MS/TILDAS from APEX. The three data columns from APEX cover the  
8 CFM56-2C1 measured in APEX1, the several CFM56-3 and -7 engines measured in

I, 13

### Technical Support Document

1 APEX2, and an average over the set of engines (excluding the AE3007 for this analysis)  
2 measured in APEX3. For many species, especially those at larger concentration ratios,  
3 the variation among the various tests is no greater than the variation between APEX and  
4 Spicer. The speciation for these species appears to be very robust. Some of the more  
5 minor species show more significant variation, which may be partly due to measurement  
6 uncertainty and may be partly due to sensitivity to other variables such as minor fuel  
7 composition variations and so forth. It is worth noting that many of these smaller  
8 contributors represent less than 1% of the speciated concentration mixture.

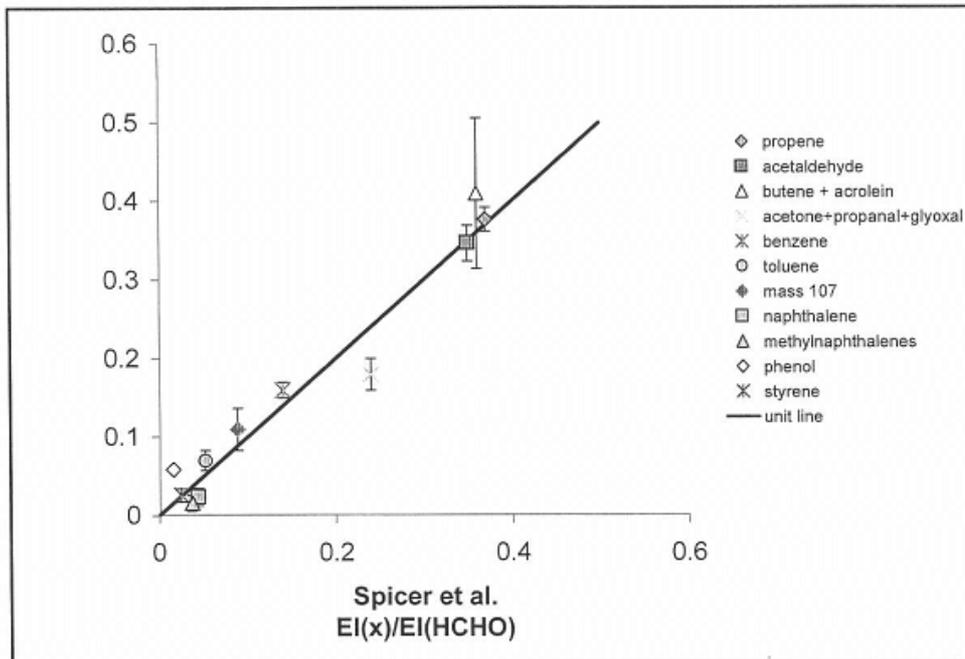
9  
10 One species of particular note is phenol. The APEX series of measurements indicate a  
11 concentration ratio three times higher than that of Spicer. That is the largest  
12 disagreement in Table 2 (excluding cases where a Spicer measurement is not available),  
13 and deserves further comment. While phenol represents only about 0.1% of the  
14 speciation concentration profile, it does represent a test of the ability to measure a minor  
15 species accurately. While further analysis might be warranted, phenol was measured by  
16 Spicer using canister capture to deliver the sample to the gas chromatographic  
17 measurement system. Given the significant differences indicated for this compound, wall  
18 losses might be suggested as a possible explanation for this unique discrepancy in the HC  
19 speciation.

20  
21 The overall agreement between the Spicer and the APEX speciation profiles is shown in  
22 Figure 2. This is a direct comparison of the overall APEX speciation profile to that of  
23 Spicer for those species where the measurements are available in both studies. Except for  
24 phenol and the combination of acetone, propanal, and glyoxal (which, unlike phenol, is  
25 still within 2 sigma), all of the data are within the standard deviation of the measurements  
26 themselves to the unit line (the unity line represents perfect agreement).

27

I, 14

### Technical Support Document

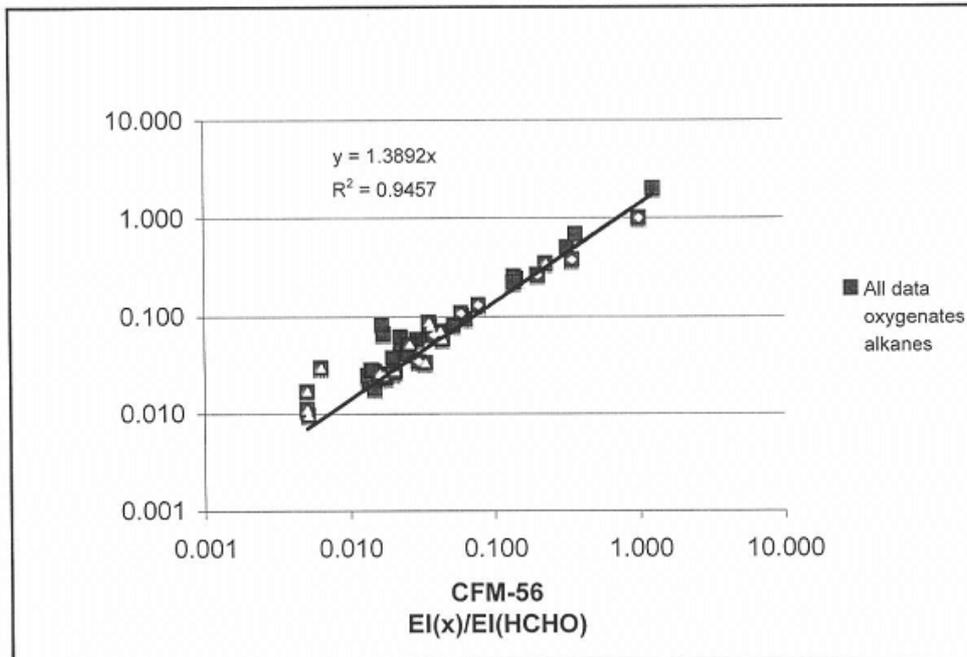


1  
2 *Figure 2. Correlation plot of normalized compound EIs derived from the APEX*  
3 *experiments versus that reported by Spicer et al. APEX data is derived from the slopes of*  
4 *the plots of EI(x) versus EI(HCHO) for data obtained at low power 4% - 15% rated*  
5 *thrust on the 1-meter probe. Error bars reflect the standard deviation of the three*  
6 *measurements.*

7  
8 The comparison of the various PTR-MS/TILDAS measurements across different engines  
9 in APEX3 provides strong support that the speciation profile is invariant across engine  
10 technologies for commercial engines. A similar question could be posed for the various  
11 military engines measured by Spicer and Gerstle. Initial analysis (data not shown here:  
12 KBE) indicates that there is much agreement between some of the relative amounts of  
13 relevant HAPs. Detailed analysis of the TF39 (a forerunner to the GE CF-6 engine)  
14 measured by Spicer is shown in Figure 3 comparing the speciation profiles for the TF39  
15 with that of the CFM56 measured by Spicer, in analogy to what was shown in Figure 2  
16 between the many engines of APEX1-3 and the Spicer CFM56-3. The speciation profiles  
17 for these two engines measured by Spicer, which received the careful analysis required  
18 for archival publication (Spicer et al. 1994), also support the contention that the  
19 speciation profile from aviation gas turbine engines is invariant across engine types.  
20

Technical Support Document

I, 15



1  
2 Figure 3. Correlation plot of normalized compound EIs for the TF39 vs. CFM56 engines  
3 at ground idle derived from the measurements reported by Spicer et al.  
4

5 **Discussion:** The emissions of organic gases are controlled by combustion efficiency.  
6 The ICAO datasheets show a very clear trend of decreasing UHC emission indices from  
7 idle and approach to climb-out and take-off. There are strong dependences of the  
8 magnitude of UHC emissions between different engine models in the ICAO databank.  
9 The Yelvington et al. result from APEX-1 (Yelvington, Herndon et al. 2007) shows there  
10 is a strong dependence of the emissions of HCHO on temperature; that emissions  
11 increase at colder ambient temperatures, particularly for ground idle. This dependence is  
12 greater than estimated in the Boeing Fuel Flow Method-2<sup>7</sup> correction (DuBois and  
13 Paynter 2006).  
14

15 Despite these strong dependences of the magnitude of UHC emissions on various factors,  
16 a remarkable and simplifying result is that the relative profile of organic gas emissions  
17 near idle does not have any such significant dependence, as presented in Figure 1. This  
18 has been demonstrated for various engines to be valid for conditions from ground idle up  
19 to ~15% of rated thrust. This invariant speciation profile demonstrates that despite large  
20 variations in the total amount of emissions, the ratio of benzene to ethylene, for example,  
21 is a relatively constant value among different conditions and engines.  
22

<sup>7</sup> The Boeing Fuel Flow Method is a theory-based means of obtaining estimated emissions data at power conditions other than the ICAO specified power points by interpolating ICAO certification data.

I, 16

## Technical Support Document

1 One HC emission of particular note is methane (CH<sub>4</sub>). This compound was measured by  
2 Spicer, but not in more recent studies. While methane is present in the exhaust of aircraft  
3 engines, it is present at levels below ambient levels for most power conditions (Spicer,  
4 Holdren et al. 1992, Wiesen et al, 1994, Vay et al., 1998). Indeed, in that reference  
5 Spicer notes "At power levels above idle, the exhaust is depleted in methane compared  
6 with the incoming air used for combustion. The methane concentrations observed in the  
7 engine exhaust are consistent with partial combustion of the atmospheric methane present  
8 in the inlet air, although some methane production during combustion cannot be ruled  
9 out." At idle the methane values in the exhaust during the Spicer were consistent with  
10 ambient levels, so any methane production must have been small enough to be within the  
11 experimental uncertainty or was balanced by methane consumption. Methane is not  
12 considered to be a significant emission from aircraft gas turbine engines burning Jet A,  
13 and is not included in the profile information provided here.<sup>8</sup>  
14

15 At engine power conditions significantly higher than ~15% rated thrust, the engine  
16 combustion efficiency is so close to 100% that measurement of many HCs becomes  
17 difficult or impossible due to instrument detection levels for diluted exhaust gases (either  
18 with 1 m dilution probes or downwind sampling): the HC concentrations are too small to  
19 measure. Thus, when considering the total emissions contribution from a given aircraft  
20 operation, the amount of HCs is dominated by the low power conditions. Since the total  
21 emissions burden is the product of an emission index (g pollutant/kg fuel) times the fuel  
22 flow rate (kg fuel/sec) times the time in mode for that power condition, even the high fuel  
23 flow rates of take-off and climb-out cannot compensate for the very small emission  
24 indices for HCs and the short times in the take-off and climb-out power conditions.  
25

26 The dominance of the low power conditions in determining the overall HC emission  
27 loading suggests that any changes to the HAPs profile above 15% power will have  
28 limited impact on the net HAPs loading. Since the emissions levels become too small to  
29 measure for many of the smallest percentage HAPs in the profile, a bound can be placed  
30 on how much their fractional contribution to the HAPs profile might be increasing as  
31 power increases. In lieu of specific data for these very small levels, a default of retaining  
32 the same profile as power increases beyond 15% could be suggested, which would be  
33 used for those powers above which the smallest contributors can be measured. An  
34 analysis of the potential errors introduced in using this default could be performed,  
35 however Figure 4 suggests that the limits of detection of the instruments, in combination  
36 with the rapidly decreasing overall HC emissions, will limit the overall uncertainties in  
37 the overall HC loading when using a low power HAPs profile.  
38

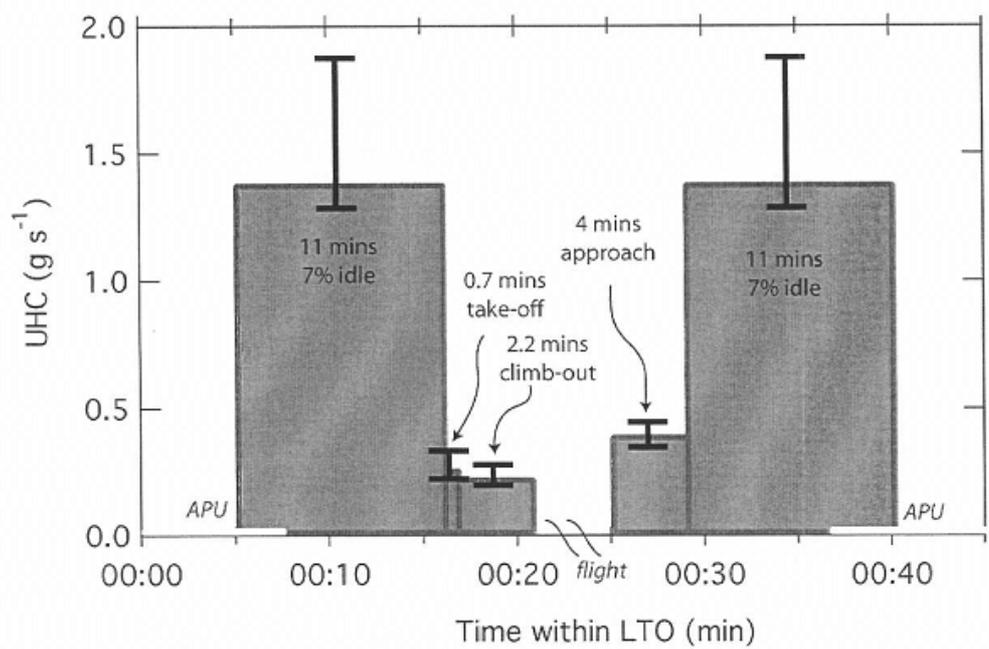
39 Figure 4 demonstrates the relative importance of the elements of an LTO cycle by  
40 accounting for times in mode and emission indices for UHCs from the ICAO databank  
41 for a CFM56-3C1 engine (two engines for a 737-300). The LTO cycle in the figure  
42 reflects times in mode reported in the Boston Logan Airport 2005 Environmental Data

<sup>8</sup> When using this speciation profile in concert with reported certification HC emission indices, it is worth noting that ICAO CAEP Annex 16 Vol II makes no account for corrections to measured HCs due to ambient methane concentrations when reporting FID measurements for certification. Presumably ambient methane levels may be included in the certification FID measurements of EI HC unless otherwise noted.

I<sub>17</sub>

### Technical Support Document

1 Report (Wilkins 2007). Essentially, it is a modestly adjusted set of times but the same  
 2 power conditions as a standard ICAO LTO cycle. Whatever the variation in the  
 3 speciation profile at the higher powers, the lower EIs at the high powers preclude a  
 4 significant impact on the total emissions burden from the complete LTO cycle, at least in  
 5 this first attempt to assess the speciated emissions. Variation in the HC speciation profile  
 6 at higher powers are unlikely to have a significant impact on airport air-quality modeling  
 7 or to risk assessment from the compounds that are HAPs.  
 8  
 9



10  
 11 *Figure 4. Emission Rate vs. Time in Mode. The estimated emission rate, coupling fuel*  
 12 *flow and emission index for UHC for a CFM56-3C1. The LTO profile begins and ends*  
 13 *with a 7.5 minute APU interval. In this figure the apparent area of the 'boxes' reflect the*  
 14 *total emissions magnitude for the defined modes.*

15  
 16 **Relationship of Dedicated Engine Tests to Airport Measurements:** Dedicated engine  
 17 tests allow control of the engine operation. However emissions at airports are due to  
 18 airplanes being operated as required to satisfy airline requirements. Table 3 compares  
 19 normalized emission ratios (Species concentration/Formaldehyde concentration) for  
 20 several APEX measurements and for advected plumes measured at Boston Logan,  
 21 Zurich, and Oakland airports. While greater uncertainties might be expected in the  
 22 advected plumes measured in a non-interference basis at airports, there is very good  
 23 agreement between the emissions ratios measured in these disparate studies. In the  
 24 advected plumes (last column) the error bars represent the width of the distribution of  
 25 results. This uncertainty can be taken as an upper limit on the real variability in these  
 26 ratios. When the detailed analysis of the instrumental contribution to this noise is  
 27 complete, it will likely narrow the range of species variability, as opposed to instrument

I, 18

Technical Support Document

1 noise. This is possible because the observed distribution in this sample is nearly  
 2 Gaussian.

3  
 4 Table 3. Speciated VOC Index Ratio (HCHO relative)

Compound	Spicer et al.	APEX-1	Logan	EXC	Zurich	APEX-2	OAK
						Staged	Advetced
HCHO	1	1	1			*1	1
Acetaldehyde	0.35	0.24	0.26			0.37	0.31±0.09
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1.26	0.78		1*	1*	0.76	0.85±0.3
Propene	0.36	0.31		0.32	0.32	0.45	0.42±0.2
Butenes+Acrolein	0.36	0.45	0.25	0.45	0.26 <sup>&amp;</sup>	0.49	
Pentenes	0.11	0.31			0.11		
Benzene	0.14	0.14	0.11	0.08	0.11	0.18	0.15±0.08
Toluene	0.05	0.06	0.06	0.01	0.13	0.09	
1-ring Aromatics	0.28	0.48	0.3	-	0.39	0.73	
Styrene	0.03	0.03			0.04	0.04	
Naphthalene	0.04	0.01				0.04	

5 Table Notes:

6 All values are in units of grams of VOC per gram of HCHO, except for the EXCAVATE  
 7 column, which is grams of VOC per gram of C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>.

8 \*The EXCAVATE and Zurich datasets have been normalized by the emission index for ethene  
 9 in lieu of formaldehyde.

10 &The Zurich tabulation for Butenes+Acrolein assumes the ratio of Acrolein to the sum of the  
 11 butene isomers is that found in Spicer et al.

12 The APEX-2, Staged aircraft column represents the average result for 'ground-idle' including  
 13 the following engines; 3 CFM56-7B22, 1 CFM56-3B1, 2 CFM56-3B2.

14 Tabulated values in the OAK Advected column represent Gaussian fits to the distribution of  
 15 measured compound to HCHO ratios. The error bar is one Gaussian width.

16  
 17 **Next Step Recommendations:** First, recent work has reinforced the overall speciation for  
 18 commercial engine as measured by Spicer for the CFM56-3 engine. Both in comparison  
 19 to the TF39 measured by Spicer and the wider range of commercial engines in APEX1-3,  
 20 this speciation profile is insensitive to engine type, engine power condition, and ambient  
 21 conditions, even though those parameters significantly impact the **total** amount of UHCs  
 22 (or VOCs or total HCs, however one wants to add up a total). Other measurements  
 23 (Gerstle and airport advected plume studies) are also consistent with the general  
 24 invariance, **near idle**, of this speciation.

25  
 26 Several modest uncertainties are present, particularly for species that are present in small  
 27 quantities. These may be due to measurement uncertainties, or due to actual variations in  
 28 emissions numbers themselves. Modest dependences on fuel composition or other  
 29 unknown parameters may cause some of this variation. Most of these variations are  
 30 within the uncertainties between studies or engines. One notable exception is the  
 31 significant variation associated with phenol. The APEX studies all agree with one  
 32 another for phenol, while Spicer is significantly lower. Wall losses in the canister

I, 19

## Technical Support Document

1 sampling done by Spicer are a possible explanation for such a loss, but additional studies  
2 may be warranted to resolve this discrepancy.

3  
4 For future work, two remaining questions should be kept in mind.

- 5 1. On which set of species do we need to focus to further refine the HAPs profile?  
6 (E.g.: [1] phenol discrepancy, [2] methanol and the several aromatics and long list  
7 of species present at a fraction of a percent of total mass not measured by Spicer  
8 et al., [3] questions regarding acrolein/butene etc.)
- 9 2. What is our approach to evaluating (and possibly revising) the UHC-to-VOC-to-  
10 TOG conversions?

11  
12 With the completion of this analysis of Spicer and APEX data, we can offer the  
13 speciation profile provided in the accompanying spreadsheet for inclusion into the EPA's  
14 SPECIATE database.

### 15 16 **Cited References:**

17  
18 Anderson, B. E., G. Chen and D. R. Blake (2006). "Hydrocarbon emissions from a  
19 modern commercial airliner." Atmospheric Environ. **40**(19): 3601-3612.

20  
21 DuBois, D. and G. C. Paynter (2006). "'Fuel Flow Method2" for Estimating Aircraft  
22 Emissions." SAE Technical Paper Series **2006-01-1987**.

23  
24 Gerstle, T., P. Virag and M. Wade (1999). "Aircraft Engine and Auxiliary Power Unit  
25 Emission Testing: Vol. 1." United States Air Force: IERA **RS-BR-TR-1999-0006**.

26  
27 Herndon, S. C., T. Rogers, E. J. Dunlea, R. C. Miake-Lye and B. Knighton (2006).  
28 "Hydrocarbon emissions from in-use commercial aircraft during airport operations."  
29 Environmental Science and Technology **40**(14): 4406 - 4413.

30  
31 Kinsey, J. S., Y. Dong, and D. C. Williams (in preparation 2008). "Characterization of  
32 Emissions from Commercial Aircraft Engines during the Aircraft Particle Emissions  
33 eXperiment (APEX)", U. S. Environmental Protection Agency, Office of Research and  
34 Development, National Risk Management Research Laboratory, Research Triangle Park,  
35 NC.

36  
37 Knighton, W. B., T. Rogers, C. C. Wey, B. E. Anderson, S. C. Herndon, P. E. Yelvington  
38 and R. C. Miake-Lye (2007). "Application of Proton Transfer Reaction Mass  
39 Spectrometry (PTR-MS) for Measurement of Volatile Organic Trace Gas Emissions  
40 From Aircraft." Journal of Propulsion and Power **23**: 949-958.

41  
42 Lobo, P., P. D. Whitefield, D. E. Hagen, S. C. Herndon, J. T. Jayne, E. C. Wood, W. B.  
43 Knighton, M. J. Northway, R. C. Miake-Lye, D. Cocker, A. Sawant, H. Agrawal and J.  
44 Wayne Miller (2007). "The development of exhaust speciation profiles for commercial  
45 jet engines." Final Report, Contract No. 04-344, California Air Resources Board,  
46 Sacramento, CA, October 31, 2007.

I, 20

Technical Support Document

1  
2 Lobo, P., D. E. Hagen, P. D. Whitefield and D. J. Alofs (2007). "Physical  
3 characterization of aerosol emissions from a Commercial Gas Turbine Engine." Journal  
4 of Propulsion and Power **23**: 919-929.  
5  
6 Onasch, T. B., J. T. Jayne, S. C. Herndon, P. Mortimer, D. R. Worsnop and R. C. Miake-  
7 Lye (2006). "Chemical Properties of Aircraft Engine Exhaust Aerosols Sampled During  
8 APEX." NASA/TM-2006-214382 ARL\_TR\_3903: Appendix J.  
9  
10 Schürmann, G., K. Schäfer, C. Jahn, H. Hoffmann, M. Bauerfeind, E. Fleuti and B.  
11 Rappenglück (2007). "The impact of NO<sub>x</sub>, CO and VOC emissions in the air quality of  
12 Zurich Airport." Atmospheric Environ. **41**: 103-118.  
13  
14 Spicer, C. W., M. W. Holdren, R. M. Riggan and T. F. Lyon (1994). "Chemical  
15 composition and photochemical reactivity of exhaust from aircraft turbine engines." Ann.  
16 Geophysicae **12**: 944-955.  
17  
18 Spicer, C. W., M. W. Holdren, D. L. Smith, D. P. Hughes and M. D. Smith (1992).  
19 "Chemical composition of exhaust from aircraft turbine engines." Journal of Engineering  
20 for Gas Turbines and Power **114**(1): 111-117.  
21  
22 Timko, M. T., S. C. Herndon, E. Wood, T. B. Onasch, M. J. Northway, J. T. Jayne, M. R.  
23 Canagaratna, R. C. Miake-Lye and W. Berk Knighton (manuscript in preparation, 2008).  
24 "Gas Turbine Engine Emissions Part 1. Hydrocarbons and Nitrogen Oxides" Aerodyne  
25 Research, Inc., Billerica, MA.  
26  
27 Timko, M. T., T. B. Onasch, M. J. Northway, J. T. Jayne, M. R. Canagaratna, S. C.  
28 Herndon, E. Wood and R. C. Miake-Lye (manuscript in preparation, 2008). "Gas Turbine  
29 Engine Emissions Part 2. Chemical Properties of Particulate Matter" Aerodyne Research,  
30 Inc., Billerica, MA.  
31  
32 URS and FAA (2003). Select resource materials and annotated bibliography on the topic  
33 of hazardous air pollutants (HAPs) associated with aircraft, airports and aviation.  
34 Technical Directive Memorandum: D01-010, CSSI Contract: DTFA 01-99-Y-01002.  
35  
36 Wey, C. C. (2004). Overview of the Aircraft Particle Emissions eXperiment (APEX)  
37 Program. Aircraft Particle Emissions Workshop, Cleveland, OH.  
38  
39 Vay, S.A., B.E. Anderson, G. W. Sachse, J. E. Collins, Jr., J. R. Podolske, C. H. Twohy,  
40 B. Gandrud, K. R. Chan, S. L. Baughcum, H. A. Wallio. (1998) DC-8-based  
41 observations of aircraft CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, and H<sub>2</sub>O<sub>(g)</sub> emission indices during SUCCESS.  
42 Geophysical Research Letters **25** 1717-1720.  
43  
44 Wey, C. C., B. E. Anderson, et al. (2006). "Aircraft Particle Emissions eXperiment  
45 (APEX)." NASA/TM-2006-214382 ARL-TR-3903.  
46

I, 21

*Technical Support Document*

1 Wiesen, P. J., J. Kleffmann, R. Kurtenbach, K.H. Becker. (1994) Nitrous Oxide and  
2 Methane Emissions form Aero Engines. *Geophysical Research Letters* 21 2027-2030.  
3  
4 Wilkins, J. (2007). Description of the 2005 Boston Logan Airport Environmental Data  
5 Report. S. Herndon. Boston: LTO times compiled from actual data collected at the airport  
6 during 2005.  
7  
8 Yelvington, P. E., S. C. Herndon, J. C. Wormhoudt, J. T. Jayne, R. C. Miake-Lye, W. B.  
9 Knighton and C. C. Wey (2007). "Chemical Speciation of Hydrocarbon Emissions from a  
10 Commercial Aircraft Engine." *Journal of Propulsion and Power* 23: 912-918.  
11  
12  
13  
14

I, 22

Technical Support Document

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42

**Aircraft Engine Speciated Organic Gases:  
Speciation Profile Spreadsheet**

R.C. Miake-Lye

**Introduction:** A numerical spreadsheet<sup>9</sup> was developed that used both the Spicer data and APEX data to formulate a speciated profile of HC emissions, as discussed in the main body of this report. These several pages that follow are a description of the process used to develop that spreadsheet and an explanation of how the equations are used to provide the resulting calculated quantities. The spreadsheet (in Microsoft Excel format) is intended to accompany this documentation, with its data and imbedded equations.

The initial formulation of the spreadsheet was based on the several data sources (Spicer, and APEX, including both ARI/MSU and EPA contributions). These data sources are listed in columns, with the rows representing the numerous species measured by the several investigators. These data are combined to provide a single profile, as described more fully in the main body of the report. Below, the approach for that combination will be described.

After the profile was finalized, with many new species added and a few adjustments of specific species values from the original Spicer speciation, several additional quantities were calculated. The calculations are all imbedded in the spreadsheet, via the equations used to generate the quantities in the labeled cells, and the rationale behind the calculations will be presented below. The types of calculations are primarily directed at understanding how the speciated profile relates to the total amount of HCs emitted, which requires some assumptions since no measurement can quantify with complete certainty all of the HC emissions. As part of developing that understanding, calculations were also made to address questions of 1) how the limited measurements (such as that from a Flame Ionization Detector or FID, as used in certification testing) can be corrected to approximate the full HC complement and 2) how to convert HC emissions expressed in terms of methane mass equivalents, the reporting convention for HC EIs measured with a FID, into an estimate of the actual total mass of the full speciation profile, including unmeasured species. These calculations are all described below, as well.

An abbreviated version of the speciation spreadsheet is reproduced in Table 4 below. Species that have no mass fraction that are included in the spreadsheet for completeness are not included in Table 4. Also, the only columns from the spreadsheet that are shown in Table 4 are the profile species with non-zero mass fractions, their molecular mass and formula numbers, and the profile mass fraction. In the last two rows of Table 4, the fractions of the total profile mass represented by the identified species (71%) and that represented by the unidentified mass (29%) are listed, based on the total mass estimates given by Spicer and refined with the new measurements, and supported by the EPA

<sup>9</sup> The accompanying Microsoft Excel filename is FAA-EPA\_TSD\_Speciated\_HC\_Aircraft\_04AUG08.xls and all references to columns, rows, or cells can be found in the worksheet titled "Data Summary".

I, 23

## Technical Support Document

1 APEX data as discussed in the main report. The approach for calculating these quantities  
 2 is discussed below.

3  
 4  
 5  
 6

*Table 4. Aircraft Profile Speciation*

Species	Molecular Weight	Formula			Mass Fraction
		C	H	O	
Ethylene	28	2	4		0.15459
Acetylene	26	2	2		0.03939
Ethane	30	2	6		0.00521
Propylene	42	3	6		0.04534
Propane	44	3	8		0.00078
Isobutene/1-Butene	56	4	8		0.01754
1,3-Butadiene	54	4	6		0.01687
cis-2-Butene	56	4	8		0.00210
3-Methyl-1-butene	70	5	10		0.00112
1-Pentene	70	5	10		0.00776
2-Methyl-1-butene	70	5	10		0.00140
n-Pentane	72	5	12		0.00198
trans-2-Pentene	70	5	10		0.00359
cis-2-Pentene	70	5	10		0.00276
2-Methyl-2-butene	70	5	10		0.00185
4-Methyl-1-pentene	84	6	12		0.00069
2-Methylpentane	86	6	14		0.00408
2-Methyl-1-pentene	84	6	12		0.00034
1-Hexene	84	6	12		0.00736
trans-2-Hexene	84	6	12		0.00030
Benzene	78	6	6		0.01681
1-Heptene	98	7	14		0.00438
n-Heptane	100	7	16		0.00064
Toluene	92	7	8		0.00642
1-Octene	112	8	16		0.00276
n-Octane	114	8	18		0.00062
Ethylbenzene	106	8	10		0.00174
m-Xylene/p-Xylene	106	8	10		0.00282
Styrene	104	8	8		0.00309
o-Xylene	106	8	10		0.00166
1-Nonene	126	9	18		0.00246
n-Nonane	128	9	20		0.00062
Isopropylbenzene	120	9	12		0.00003
n-Propylbenzene	120	9	12		0.00053
m-Ethyltoluene	120	9	12		0.00154
p-Ethyltoluene	120	9	12		0.00064
1,3,5-Trimethylbenzene	120	9	12		0.00054
o-Ethyltoluene	120	9	12		0.00065
1,2,4-Trimethylbenzene	120	9	12		0.00350
1-Decene	140	10	20		0.00185
n-Decane	142	10	22		0.00320
1,2,3-Trimethylbenzene	120	9	12		0.00106
n-Undecane	156	11	24		0.00444
n-Dodecane	170	12	26		0.00462
n-Tridecane	184	13	28		0.00535

I, 24

Technical Support Document

C14-alkane	198	14	30		0.00186
C15-alkane	212	15	32		0.00177
n-tetradecane	198	14	30		0.00416
C16-alkane	226	16	34		0.00146
n-pentadecane	212	15	32		0.00173
n-hexadecane	226	16	34		0.00049
C18-alkane	254	18	38		0.00002
n-heptadecane	240	17	36		0.00009
phenol	94	6	6	1	0.00726
naphthalene	128	10	8		0.00541
2-methyl naphthalene	142	11	10		0.00206
1-methyl naphthalene	142	11	10		0.00247
dimethylnaphthalenes	156	12	12		0.00090
C4-Benzene + C3-aroald	134	10	14		0.00656
C5-Benzene+C4-aroald	148	11	16		0.00324
Methanol	32	1	4	1	0.01805
Formaldehyde (FAD)	30	1	2	1	0.12308
Acetaldehyde (AAD)	44	2	4	1	0.04272
Acetone	58	3	6	1	0.00369
Propionaldehyde	58	3	6	1	0.00727
Crotonaldehyde	70	4	6	1	0.01033
Butyraldehyde	72	4	8	1	0.00119
Benzaldehyde	106	7	6	1	0.00470
Isovaleraldehyde	86	5	10	1	0.00032
Valeraldehyde	86	5	10	1	0.00245
o-Tolualdehyde	120	8	8	1	0.00230
m-Tolualdehyde	120	8	8	1	0.00278
p-Tolualdehyde	120	8	8	1	0.00048
Methacrolein	70	4	6	1	0.00429
Glyoxal	58	2	2	2	0.01816
Methylglyoxal	72	3	4	2	0.01503
acrolein	56	3	4	1	0.02449
<b>Sum of all identified species</b>					<b>0.70787</b>
<b>Unidentified mass</b>					<b>0.29213</b>

1  
 2 **Development of the Profile:** As described in the main report, most of the species  
 3 contributions measured by Spicer were supported by the APEX measurements. So, the  
 4 data columns in the spreadsheet (not included in Table 4 above) show values for each  
 5 measured species, in separate columns for each data source. If the data from APEX were  
 6 not significantly different from Spicer's, the value from Spicer's column was used. This  
 7 was true for almost all of the species measured by Spicer. The two exceptions were  
 8 phenol and butyraldehyde (also called butanal). In these two cases, the more recent  
 9 APEX data were used to update the values for those species. Then, additional species  
 10 from either the ARI/MSU team (color coded blue in the spreadsheet) or from EPA  
 11 (yellow) were also added to the species list and their contributions quantified. All of  
 12 these quantifications are first entered into the spreadsheet as column L as ratios of  
 13 emission indices of the species in question to the emission index of formaldehyde.  
 14 Column L is titled "Revised Ratios" since these are the EI ratios of the individual species  
 15 to formaldehyde accounting for both Spicer and the more recent APEX data.  
 16

I, 25

## Technical Support Document

1 **Mass Fractions of Identified and Unidentified Species:** Since the ratios of EIs are really  
2 mass ratios (EIs are mass ratios of the species to mass fuel burn, so ratioing EIs divides  
3 one EI by another and the fuel burn divides out), this column is a set of  
4 species:formaldehyde mass ratios. This is not useful for general application, since  
5 formaldehyde emissions are not generally measured or known. To be most generally  
6 useful, a profile for the full complement of species was desired. This could be done for  
7 the identified species, but there may be some HC species which contribute to the mass  
8 but which could not be identified.

9  
10  
11 In order to attempt to account for all of the HC species, including those not identified,  
12 Spicer's data was reviewed. Spicer attempted to do a complete carbon balance, based on  
13 the suite of instruments employed and accounting for corrections for sensitivities. With  
14 the set of species measured by Spicer, an estimate was made for the mass of the identified  
15 species and for those that were not identified. For the present purposes, we have taken  
16 Spicer's values to be correct for the unidentified species based on his measurements. We  
17 have also compared to the time-integrated LTO cycle HC data taken by EPA, which were  
18 taken under a different set of measurement protocols (integrating over power settings,  
19 including engine start, and the corresponding different effects of backgrounds) and have  
20 determined that the APEX EPA data is largely consistent with the Spicer data set (see  
21 main report).

22  
23 So Spicer's unidentified mass fraction was taken as a starting point. However, the  
24 additional species included in APEX actually reduced this unidentified list and  
25 unidentified mass. And the adjustments of phenol and butyraldehyde must also be  
26 accounted for. So, in calculating column K of the spreadsheet (reproduced for non-zero  
27 mass fraction species in Table 4 above), the original species in Spicer's profile were  
28 summed (see cell K7 in the spreadsheet). In the equation in cell K7, the phenol and  
29 butyraldehyde values were individually reset to Spicer's original values rather than use  
30 the new "Revised Ratio" values in column L, and the sum was set to Spicer's original  
31 identified mass fraction so that Spicer's carbon balance could be used, albeit with the  
32 unidentified mass reduced due to the newly added species. (Note that Spicer quotes his  
33 numbers in terms of parts per million carbon (ppmC) concentrations. However, within  
34 the limits of accuracy of these calculations, the fractions of ppmC reported for identified  
35 and unidentified are equivalent to the masses identified and unidentified in that the  
36 mass/carbon for the two fractions, identified and unidentified, is not significantly  
37 different for these two fractions.)

38  
39 With the sum calculated and set equal to the Spicer's identified mass fraction, the  
40 individual mass ratios in column L can be scaled such that they can be referenced to a  
41 total given by Spicer's carbon balance. Cell K7 of the spreadsheet takes the sum and  
42 uses Spicer's identified mass fraction, to give a scaling factor for each identified species  
43 in the "Revised Ratios" column (L) to give the resulting profile in column K. Because  
44 more species are now identified, the sum of the identified profile now comes to 70.8% of  
45 the total HC mass (cell K119). The new additions to the list represent 6.4 of the total HC  
46 mass (cell K120), while phenol and butyraldehyde adjust things a little as well from

## Technical Support Document

1 Spicer's original identified mass. The unidentified mass represents 29.2% of the total  
2 mass in this new profile (K126).  
3

4 **Determining Effective Mass of Total Profile and Corrections for FID response:** Since  
5 certification data from commercial engines are available, such data are often used for  
6 estimating HC emissions. Unfortunately, there are two problems with that certification  
7 data. The measurement device prescribed for this measurement uses a FID, which  
8 essentially "counts carbon atoms". This raises two problems. One is that the FID does  
9 not count carbon atoms that have an oxygen atom attached, and so is not equally sensitive  
10 to all HC species. Second, since the measurement is "counting carbons", it keeps track of  
11 a concentration and there is no direct indication of the mass of the species in question.  
12 (Mass is determined by the amount of hydrogen and oxygen in the molecule in addition  
13 to the number of carbons.) For the certification numbers, a mass/carbon based on the  
14 methane molecule (molecular mass 16.04) is used by convention. This is purely an  
15 assumption and has not been based on measurements to date, as far as the authors know.  
16

17 These two problems can be addressed with the detailed profile provided in column K.  
18 For the known species, the mass/carbon can be calculated, since both the number of  
19 carbons and the molecular mass are known (given in Table 4 above and in spreadsheet  
20 columns D and H, as well as hydrogen and oxygen numbers provided in columns I and J).  
21 From the individual mass/carbon numbers and the mass fractions in column K, the mass-  
22 weighted mass/carbon can be calculated for the identified profile. In order to correct the  
23 mass for the total profile, one would need to have the mass-weighted mass/carbon for the  
24 complete profile. Since we do not have the molecular masses and formulas for the  
25 unidentified species (because they are unidentified), that calculation cannot be done  
26 rigorously. Thus, an estimate of the mass/carbon for the full profile is required.  
27

28 In order to estimate the mass/carbon for the full profile, the mass/carbon was examined  
29 for two classes of species in the identified species. The first class represents those  
30 species present at greater than 1% of the total HC mass in column K. This includes many  
31 light oxygenated HCs, which have a large oxygen contribution to their total mass. The  
32 mass/carbon for these light species is not likely to be similar to those larger HC in the  
33 unidentified mass contributions. These light species have a mass/carbon of 17.6 (cell  
34 C130). The remaining species in the identified list have a mass/carbon of 14.4 (cell  
35 C132), which is likely closer to what might be expected for the larger, partially oxidized  
36 species in the unidentified component. Any deviation from 14.4 for the unidentified,  
37 while not expected to be large, is also devalued by the modest (29%) contribution of the  
38 unidentified to the total. This argument indicates that a good estimate for the  
39 mass/carbon for the full profile can be calculated using this approach. Thus, assigning  
40 14.4 to the unidentified and combining with the identified, gives a total mass/carbon for  
41 the full profile of 15.97 (cell C137). (This is surprisingly close to the original convention  
42 of using methane's molecular mass of 16.04.)  
43

44 The problem of the FID's lack of sensitivity to carbons bound to oxygen can also be  
45 rectified by the profile information. By a similar approach to calculating the mass-  
46 weighted mass/carbon, the mass-weighted C/H/O ratios for the various profile

I, 27.

### Technical Support Document

1 components discussed above can be calculated. These are included in cells EFG130,  
2 EFG132, and EFG137. By ratioing to carbon, in cells EFG131, EFG133, and EFG138,  
3 the number of oxygens/carbon can be determined. Since each carbon effectively cancels  
4 out the measurement of one carbon by the FID, the FID response for the full profile can  
5 be estimated by subtracting cell G138 from cell E138 (or  $1.00 - 0.1365$ ). The FID  
6 response is then 0.8635 of the total carbon number, or the correction for the FID's lack of  
7 sensitivity due to oxygen containing molecules is 1.16 times the FID output.

8

9 To summarize:

10

11 To correct for the FID response to account for the oxygen content, multiply the FID  
12 measurement by 1.16.

13

14 To make use of the best estimate of the actual molecular masses of the HC species  
15 instead of using the equivalent methane convention, multiply the FID measurement by  
16  $15.97/16.04 = 0.996$ .

17

18 The net total correction is  $1.16 \text{ times } 0.996 = 1.16$ .

19

20