



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de  
l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication  
DETEC

**Office fédéral de l'aviation civile OFAC**  
Division Stratégi et politique aéronautique

# Développement durable dans le transport aérien

Rapport de synthèse

23 juin 2008

Office fédéral de l'aviation civile OFAC

En collaboration avec:

Office fédéral du développement territorial ARE  
Office fédéral de l'environnement OFEV  
Secrétariat d'Etat à l'économie SECO

# Rapport de synthèse 2008

**Groupe d'accompagnement:**

Urs Ziegler, (OFAC, direction de projet)

Max Schulthess, OFAC

Catherine Marthe, OFAC

Sandra Rüfenacht, OFAC

Kurt Infanger, ARE

David Schmid, OFEV

Nicolas Wallart, SECO

Urs Baserga, Forces aériennes

Christoph Füllemann, SWISS

Martin Bissegger, Unique

Felix Keller, Unique

Fritz Sager, Université de Berne

Christian Schärli, Amt für Verkehr Kanton Zürich

Martin Peter, Markus Maibach, Helen Lückge, INFRAS (assistance technique)

## SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ</b>	<b>5</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>8</b>
<b>RIASSUNTO</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>16</b>
1.1. MANDAT ET OBJECTIFS DU RAPPORT	16
1.2. SITUATION INITIALE	16
1.3. ORGANISATION DU PROJET ET DÉMARCHE	19
1.4. ÉLÉMENTS DE BASE	19
1.5. STRUCTURE DU RAPPORT	20
<b>2. POSTULATS ET CRITÈRES</b>	<b>21</b>
2.1. TABLEAU D'ÉVALUATION	21
2.2. POSTULATS	23
<b>3. PERSPECTIVES DE CROISSANCE DU TRANSPORT AÉRIEN</b>	<b>26</b>
<b>4. LA DIMENSION ECONOMIQUE</b>	<b>31</b>
4.1. RELATIONS IMPORTANTES	31
4.2. LES CONSOMMATEURS	31
4.3. LES PRODUCTEURS	32
4.4. L'ÉCONOMIE GÉNÉRALE	36
4.5. PERSPECTIVES ET APPRÉCIATION GÉNÉRALE	39
<b>5. LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE</b>	<b>43</b>
5.1. NUISANCES SONORES ET GÊNE DUE AU BRUIT	43
5.2. POLLUTION LOCALE ET REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT	52
5.3. EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES ET CHARGE SUR LE CLIMAT	54
5.4. APPRÉCIATION GÉNÉRALE	58
<b>6. LA DIMENSION SOCIALE</b>	<b>61</b>
6.1. SÉCURITÉ	61
6.2. PROMOTION DE LA MOBILITÉ	63
6.3. EFFETS AUX ABORDS DES AÉROPORTS	64
6.4. APPORT SOCIAL SPECIFIQUE	65
6.5. APPRÉCIATION GÉNÉRALE	65

<b>7.</b>	<b>LES TROIS DIMENSIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LE</b>	
	<b>CONTEXTE SPATIAL</b>	<b>67</b>
7.1.	PERSPECTIVE LOCALE AU VOISINAGE DES AÉRODROMES	67
7.2.	PERSPECTIVE NATIONALE	69
7.3.	PERSPECTIVE INTERNATIONALE	71
<b>8.</b>	<b>DEFIS À RELEVER</b>	<b>73</b>
8.1.	POLITIQUE AÉRONAUTIQUE DE LA CONFÉDÉRATION	73
8.2.	ARTICULATIONS FUTURES	74
8.3.	APPLICATION FUTURE DES INDICATEURS	75
	<b>ANNEXE: LISTE DES INDICATEURS</b>	<b>78</b>
	<b>GLOSSAIRE</b>	<b>83</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>86</b>

## RÉSUMÉ

Les trois dimensions du développement durable – l'économie, l'environnement et la société – permettent de faire une évaluation globale du système aéronautique civil suisse. Jusqu'ici, on ne disposait pas de système de critères et d'indicateurs propres à évaluer les questions liées au développement durable dans l'aviation.

Le présent rapport de synthèse clôt le projet «Aviation et développement durable (Luftfahrt und Nachhaltigkeit (NHL))» mené conjointement par les offices fédéraux de l'aviation civile (OFAC), de l'environnement (OFEV) et du développement territorial (ODT) ainsi que par le Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO), dont il éclaire les principaux résultats. Ce projet a été lancé en 2003 dans l'optique de collecter de nouvelles bases de données. Constituée de six volets, l'étude s'adresse plus particulièrement aux instances et aux autorités politiques. Du fait de l'étendue des questions qu'elle aborde, elle pourra servir de base aux décisions politiques.

- › Le premier volet aborde les scénarios de développement du transport aérien.
- › Les volets 2 à 5 traitent les interactions entre le transport aérien et les secteurs du bruit, de l'environnement en général, de l'économie et du développement territorial.
- › Le sixième volet analyse les aspects sociaux du transport aérien suisse.

Ces différents chapitres décrivent, sous l'angle du développement durable, l'évolution future de l'aviation suisse et de ses processus, tels qu'on peut les concevoir à l'heure actuelle. Ses répercussions peuvent être généralement qualifiées de positives dans la perspective économique. Pour ce qui est de l'environnement, les améliorations apportées dans le passé n'empêchent pas des déficits, notamment quant au bruit et au climat. Sous l'angle social, l'évaluation est contrastée, avec une appréciation positive de la sécurité et des déficits durables en ce qui concerne la santé et les perspectives de développement de certaines régions, notamment aux abords des aéroports nationaux.

L'analyse a montré qu'il faut toujours évaluer l'aviation en relation avec ses retombées spatiales. Les enseignements qui découlent de l'interaction entre chacune des trois dimensions du développement durable et la dimension géographique revêtent donc un intérêt capital. En effet, suivant le plan d'observation de l'espace (régional, national et international), on soulèvera d'autres questions de base et d'autres conflits d'objectifs:

1. L'approche locale recouvre les régions voisines des aérodromes, d'une part en tant que zones drainant des emplois, d'autre part en tant que lieux de résidence. Sous cet angle, le premier foyer de tensions (le conflit d'objectifs potentiel) du développement du transport aérien

se situe entre, d'un côté, les perspectives de croissance de l'aviation régionale et, de l'autre, le potentiel de développement des communes touchées par le bruit de celle-ci.

2. Dans la perspective nationale, ce sont la contribution à l'économie nationale et le principe de causalité qui viennent au centre. Le champ de tensions premier réside alors dans l'opposition entre, d'un côté, l'apport de l'aviation à une place économique suisse attractive et tournée vers les exportations et, de l'autre, ses effets minimaux sur l'environnement (nuisances sonores, pollution de l'air, besoins de détente, etc.). Dans ce plan d'observation, l'internalisation des coûts externes est un postulat important.
3. Quant à la perspective internationale, elle place le principal champ de tensions du développement de l'aviation civile entre sa compétitivité internationale et ses retombées climatiques planétaires consécutives à une mobilité mondiale à la hausse. La desserte mondiale croissante et la prospérité contrastent avec l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre et le risque qu'elles font peser sur le climat mondial.

Les analyses sont étroitement liées aux travaux inhérents au processus d'élaboration du plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique (PSIA) consacré à l'aéroport de Zurich et à la politique aéronautique fédérale. Il en ressort que la politique aéronautique a à relever deux grands faisceaux de défis:

› Préserver les forces:

- › La valeur élevée accordée à la sécurité (sécurité et sûreté aérienne) est confirmée.
- › Une politique infrastructurelle imprégnée de considérations économiques et la reconnaissance de SWISS en tant que premier fournisseur actuel de prestations en Suisse dans un contexte libéralisé renforcent l'importance économique de l'aviation dans notre pays.
- › La répartition régionale de l'infrastructure aéronautique garantit à la population suisse un accès équilibré au transport aérien.

› Eliminer les déficits:

- › Il y a surtout nécessité d'agir dans les domaines de l'environnement et de l'aménagement durable du territoire aux abords des aérodromes. L'impact du trafic aérien sur le climat est un autre aspect important.
- › Il est très important d'intégrer le développement durable dans des processus équilibrés de planification de l'aviation suisse. Le processus PSIA appliqué à l'aéroport de Zurich est un exemple qui montre l'équilibre entre différents intérêts et les différentes dimensions du développement durable. Il s'agit en particulier de distinguer les différents plans géogra-

phiques (local, national, global) des conflits d'objectifs, notamment sous l'angle de l'économie et de l'environnement.

- › Vu l'importance croissante du changement climatique mondial, dans le cadre de son engagement international (OACI, UE), la Suisse soutient des mesures visant à une intégration cohérente du transport aérien, par exemple l'examen de l'utilisation de droits d'émission.

## ZUSAMMENFASSUNG

Mit den drei Nachhaltigkeitsdimensionen Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft ist eine umfassende Beurteilung des Systems Luftfahrt Schweiz möglich. Bis anhin war kein erprobtes Kriterien- und Indikatorensystem zur Beurteilung von Nachhaltigkeitsfragen in der Luftfahrt vorhanden.

Dieser Synthesebericht schliesst das Projekt „Luftfahrt und Nachhaltigkeit (NHL)“ der Bundesämter für Zivilluftfahrt BAZL, Umwelt BAFU und Raumentwicklung ARE und des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO ab und zeigt die wichtigsten Ergebnisse. Das Projekt wurde im Jahr 2003 lanciert, um neue Datengrundlagen zu erhalten. Die Studie mit insgesamt sechs Arbeitspaketen wendet sich insbesondere an politische Instanzen und Behörden. Durch die breit behandelte Thematik kann sie eine Grundlage für politische Entscheide bilden.

- › Das Arbeitspaket 1 geht auf die Entwicklungsszenarien des Luftverkehrs ein.
  - › Die Arbeitspakete 2 bis 5 beschäftigten sich mit den Zusammenhängen zwischen Luftverkehr und den Bereichen Lärm, Umwelt, Wirtschaft und Raumentwicklung.
  - › Das Arbeitspaket 6 analysiert die gesellschaftlichen Aspekte des Luftverkehrs der Schweiz.
- In den Arbeitspaketen wurde eine Nachhaltigkeitsbeurteilung des aktuellen Zustands der erwarteten, künftigen Entwicklung und der künftigen Prozesse der Luftfahrt Schweiz erarbeitet. Aus wirtschaftlicher Sicht sind die Wirkungen meist positiv zu werten, aus Umweltsicht bestehen trotz Verbesserungen in der Vergangenheit Defizite, v.a. bei den Lärm- und Klimawirkungen. Aus gesellschaftlicher Sicht ist die Beurteilung durchmischt, mit einer positiven Würdigung der Sicherheit und Nachhaltigkeitsdefiziten bei der Gesundheit und bei den Entwicklungsmöglichkeiten von Gebieten v.a. um Landesflughäfen.

Die Analyse hat gezeigt, dass eine Beurteilung der Luftfahrt immer auch in Bezug zu ihrer räumlichen Wirkung erfolgen muss. Von zentralem Interesse ist deshalb, welche Erkenntnisse resultieren, wenn sich die drei Nachhaltigkeitsdimensionen im Raum begegnen. Je nach räumlicher Betrachtungsebene (regional, national und international) werden unterschiedliche Zielkonflikte und Grundfragen erkennbar:

1. Die lokale Perspektive umfasst das Gebiet um die einzelnen Flugplätze, als Einzugsgebiete für Arbeitsplätze einerseits, als Wohnstandorte andererseits. Aus dieser Perspektive liegt das primäre Spannungsfeld (der potenzielle Zielkonflikt) der Luftverkehrsentwicklung zwischen den regionalen Wachstumschancen der Luftfahrt und den von Fluglärm betroffenen Gemeinden und ihren Entwicklungspotenzialen.

2. Aus der nationalen Perspektive stehen der volkswirtschaftliche Beitrag und das Verursacherprinzip im Zentrum. Das primäre Spannungsfeld liegt im Beitrag für eine exportorientierte und standortattraktive Volkswirtschaft Schweiz und minimalen Umweltwirkungen wie Lärm- und Luftbelastung und Erholungsbedarf. Ein wichtiges Postulat ist dabei die Internalisierung der externen Kosten.
3. Aus der internationalen Perspektive liegt das primäre Spannungsfeld der Luftfahrtentwicklung zwischen internationaler Wettbewerbsfähigkeit und globaler Klimawirkung bei zunehmenden, weltweiten Mobilitätsbedürfnissen. Die steigende globale Erreichbarkeit und die Prosperität kontrastiert mit den steigenden Klimagasemissionen und dem damit verbundenen Risiko für das globale Klima.

Die Analysen sind eng abgestimmt auf die Arbeiten im Rahmen des SIL-Prozesses für den Flughafen Zürich und auf die Luftfahrtpolitik des Bundes. Daraus lassen sich folgende Herausforderungen für die Luftfahrtpolitik ableiten:

- › Stärken erhalten:
  - › Der hohe Stellenwert der Sicherheit (Safety und Security) wird bestätigt.
  - › Eine von volkswirtschaftlichen Überlegungen geprägte Infrastrukturpolitik und das Bekenntnis zur SWISS als heute grösstem Anbieter in der Schweiz in einem liberalisierten Umfeld sichern die wirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt in der Schweiz.
  - › Die regionale Verteilung der Luftfahrtinfrastruktur garantiert einen ausgewogenen Zugang der Schweizer Bevölkerung zum Luftverkehr.
- › Defizite beseitigen:
  - › Handlungsbedarf ergibt sich vor allem im Bereich Umwelt und bei der nachhaltigen Raumplanung um die Flugplätze. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Klimawirkung des Luftverkehrs.
  - › Der Einbezug von Nachhaltigkeitsüberlegungen in ausgewogene Planungsprozesse der Luftfahrt Schweiz ist sehr wichtig. Der SIL-Prozess für den Flughafen Zürich ist ein Beispielprozess für einen Ausgleich verschiedener Interessen und Nachhaltigkeitsdimensionen. Insbesondere gilt es, die verschiedenen räumlichen Ebenen (lokal, national, global) der Zielkonflikte auseinanderzuhalten, v.a. zwischen Wirtschaft und Umwelt.
  - › Angesichts der zunehmenden Bedeutung der globalen Klimaerwärmung unterstützt die Schweiz im Rahmen ihres internationalen Engagements (ICAO, EU) Massnahmen für einen konsequenten Einbezug des Luftverkehrs, z.B. die Prüfung der Anwendung von Emissionsrechten.

## RIASSUNTO

Basandosi sulle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile "economia", "ambiente" e "società" è possibile effettuare una valutazione completa del sistema aeronautico svizzero. Finora mancava un sistema affidabile di criteri e indicatori da impiegare per valutare gli aspetti dello sviluppo sostenibile nel settore dell'aviazione.

Questo rapporto di sintesi chiude il progetto "aviazione e sviluppo sostenibile" degli Uffici federali dell'aviazione civile UFAC, dell'ambiente UFAM e dello sviluppo territoriale ARE e della Segreteria di Stato dell'economia SECO, e mostra i suoi principali risultati. Il progetto è stato lanciato nel 2003 con lo scopo di raccogliere nuove basi di dati. Lo studio, articolato in sei pacchetti di lavoro, si rivolge in particolare alle istanze e alle autorità politiche. Poiché affronta la tematica in modo molto approfondito, si presta ad essere impiegato come base per l'adozione di decisioni politiche.

- › Il pacchetto di lavoro 1 verte sugli scenari di sviluppo del trasporto aereo.
- › I pacchetti di lavoro dal 2 al 5 affrontano le interrelazioni tra il trasporto aereo e i settori rumore, ambiente, economia e sviluppo territoriale.
- › Il pacchetto di lavoro 6 analizza gli aspetti sociali del trasporto aereo in Svizzera.

I pacchetti di lavoro contengono una valutazione dello sviluppo sostenibile relativo allo stato attuale dell'evoluzione attesa e futura e dei futuri processi dell'aviazione svizzera. Dal punto di vista economico gli effetti possono essere valutati nel complesso in modo positivo; dal punto di vista ambientale, malgrado i miglioramenti del passato, sussistono deficit in particolare per quel che riguarda gli effetti climatici e del rumore. Dal punto di vista sociale la valutazione è eterogenea; l'apprezzamento positivo concerne la sicurezza e i deficit a livello di sviluppo sostenibile riscontrati nello stato di salute e nelle possibilità di sviluppo di territori, in particolare situati attorno agli aeroporti nazionali.

Dall'analisi emerge che la valutazione dell'aviazione deve essere sempre fatta tenendo conto dell'effetto sul territorio. Di fondamentale interesse sono quindi le considerazioni che scaturiscono dall'interazione nello spazio delle tre dimensioni dello sviluppo sostenibile. A seconda del punto di vista spaziale (regionale, nazionale e internazionale), sono riconoscibili diversi conflitti di obiettivi e problemi fondamentali:

1. La prospettiva locale tiene conto del territorio attorno ai singoli aerodromi, inteso come area di ubicazione di posti di lavoro e zona residenziale. Le tensioni principali (il potenziale conflitto di obiettivi) riguardano lo sviluppo dell'aviazione nella morsa tra possibilità di crescita dell'aviazione e possibilità di sviluppo dei Comuni interessati dall'inquinamento fonico.

2. La prospettiva nazionale è incentrata sul contributo economico e il principio di causalità. Le tensioni principali riguardano il contributo a un sistema economico svizzero, che sia al tempo stesso polo d'attrazione di investimenti e orientato alle esportazioni, e la riduzione degli effetti sull'ambiente (inquinamento fonico e atmosferico e necessità di rigenerazione). Al riguardo, un principio importante è l'internalizzazione dei costi esterni.
3. Su una prospettiva internazionale le tensioni si concentrano principalmente nello sviluppo dell'aviazione, contemporaneamente esposta alla competitività a livello internazionale e agli effetti globali sul clima a seguito delle crescenti esigenze in termini di mobilità che si delineano a livello mondiale. La crescente accessibilità globale e la prosperità contrastano con l'aumento di emissioni di gas a effetto serra e i rischi che tali gas comportano per il clima.

Le analisi sono strettamente coordinate con i lavori svolti nell'ambito del processo di coordinamento per il piano settoriale dell'infrastruttura aeronautica (PSIA) per l'aeroporto di Zurigo e con la politica aeronautica della Confederazione. Da esse scaturiscono le seguenti sfide per la politica aeronautica:

- › preservare i punti di forza:
  - › confermare il ruolo prioritario della sicurezza (Safety e Security);
  - › il ruolo economico dell'aviazione in Svizzera è assicurato da una politica infrastrutturale improntata a considerazioni di carattere economico e dal ruolo di SWISS, riconosciuta come prima compagnia aerea in Svizzera in un contesto liberalizzato;
  - › la ripartizione regionale dell'infrastruttura aeronautica garantisce un accesso equo della popolazione svizzera all'aviazione.
- › colmare le carenze:
  - › la necessità d'intervento riguarda in modo particolare il settore ambiente e la pianificazione sostenibile del territorio circostante gli aerodromi. Un altro importante aspetto è l'effetto climalterante del trasporto aereo;
  - › è molto importante tenere conto delle considerazioni sullo sviluppo sostenibile nell'ambito dei processi di coordinamento per i piani settoriali degli aeroporti svizzeri. Il processo PSIA per l'aeroporto di Zurigo è un esempio di ponderazione dei diversi interessi e delle dimensioni dello sviluppo sostenibile. In particolare si tratta di tener separati i diversi livelli spaziali (locale, nazionale e globale) dei conflitti degli obiettivi, in particolare l'economia dall'ambiente.

- › In considerazione dell'importanza crescente del riscaldamento climatico globale, nell'ambito dei suoi impegni internazionali (OACI, UE), la Svizzera sostiene misure volte a dare il giusto peso all'aviazione, p.es. l'esame dell'applicazione dei diritti di emissione.

## ABSTRACT

It is possible to make a comprehensive evaluation of Switzerland's civil aviation system on the basis of three main sustainability dimensions: the economy, the environment and society. Until now, no tried and tested criteria and methods existed for evaluating sustainability in the civil aviation sector.

This report concludes the "Civil aviation and sustainability" project jointly developed by the Swiss Federal Office of Civil Aviation (FOCA), the Swiss Federal Office of the Environment (FOEN), the Swiss Federal Office for Spatial Development (ARE) and the State Secretariat for Economic Affairs (SECO), and presents the main findings. The project was initiated in 2003 with the aim of gathering new data. The study is divided into six segments and is primarily addressed to political bodies and authorities. Thanks to the broad range of topics, it can be used as a basis for political decision-making.

- › Section 1 takes a look at scenarios concerning the development of civil aviation.
- › Sections 2 to 5 focus on the correlations between civil aviation and noise, the environment, the economy and spatial development.
- › Section 6 analyses social aspects of civil aviation in Switzerland.

In each segment, a sustainability analysis was carried out of the current situation, the anticipated development and future processes in Switzerland's civil aviation sector. From an economic point of view, the impacts may mainly be regarded as positive. Deficits exist, however, in terms of environmental impacts despite improvements that have been accomplished in the past, especially with respect to noise and effects on the climate. From a social point of view, the assessment is mixed: while it is positive with respect to safety and security, it points to certain deficits in the area of public health and with respect to development potentials of regions in the vicinity of Switzerland's main airports.

The analysis demonstrates that an evaluation of the civil aviation sector also always has to take its spatial impacts into account. This means that the findings that are obtained when all three sustainability dimensions are involved are of central interest. Depending on the level under observation (regional, national, international), different fundamental issues and conflicts of interests become apparent:

1. The local perspective encompasses the region surrounding each airport, as catchment areas for employment and as residential zones. From this perspective, the main problem (potential conflict of interests) for the development of the civil aviation sector concerns the balance

between regional growth opportunities and the development potentials of municipalities that are exposed to aircraft noise.

2. From the national perspective, the main focus is on the contribution to the economy and the principle of “user pays”. Here the main problem concerns the balance between maintaining an attractive and export-oriented national economy and minimising environmental impacts such as noise and air pollution. Here, internalising external costs is an important aspect.
3. From the international perspective, the main problem in the civil aviation sector is to find the right balance between preserving international competitiveness and minimising impacts on the global climate while meeting the growing demand for mobility. Increasing prosperity and the growing ease of world-wide travel result in increased emissions of greenhouse gases and thus greater risks for the global climate.

The analyses are closely co-ordinated with the activities involved in the process relating to the federal government’s Civil Aviation Infrastructure Plan (SIL) and civil aviation policy. From these we can identify the following challenges in the area of civil aviation policy:

- › Maintaining existing strengths:
  - › Underscoring the high value attached to safety and security.
  - › Pursuing a policy of developing aviation infrastructure on the basis of economic considerations, and acknowledging Swiss International Air Lines as the principal provider in Switzerland in a liberalised environment, thus securing the importance of civil aviation for the country’s economy.
  - › The regional distribution of civil aviation infrastructure guarantees access to air travel for the entire population.
- › Eliminating deficits:
  - › Need for action exists especially in connection with environmental protection and sustainable area planning in the vicinity of airports, while the impacts of civil aviation on the climate are another important aspect.
  - › It is essential to incorporate sustainability considerations into balanced planning processes in Switzerland’s civil aviation sector. For Zurich Airport, the Civil Aviation Infrastructure Plan is an exemplary process for balancing different interests and sustainability dimensions. Here it is especially important to separate the different spatial levels (local, national, global) of conflicts of interests, especially between the economy and the environment.

In view of the growing importance of global climate change, within the scope of its international commitments (e.g. in the ICAO and the EU) Switzerland is supporting measures aimed at consistently including the civil aviation sector, e.g. examining the option of introducing emission rights.

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. MANDAT ET OBJECTIFS DU RAPPORT

Le présent rapport de synthèse est la dernière partie du projet «Aviation et développement durable (Luftfahrt und Nachhaltigkeit (NHL))» mené conjointement par les offices fédéraux de l'aviation civile (OFAC), de l'environnement (OFEV) et du développement territorial (ODT) ainsi que par le Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO). Ce projet a été lancé en 2003 dans le but d'actualiser le rapport d'Elektrowatt Engineering AG (EWI) de 1993 intitulé «Die Auswirkungen der Luftfahrt auf die Umwelt» et de réunir ainsi de nouvelles bases de données. Outre le contexte environnemental, cette mise à jour éclaire les deux autres dimensions du développement durable, l'économie et la société. Avec ses six volets, l'étude s'adresse plus particulièrement aux instances et aux autorités politiques. Du fait de l'étendue des thèmes qu'elle aborde, elle pourra servir de base aux décisions politiques.

La synthèse cible l'aviation suisse dans son ensemble, mais les aéroports nationaux en constituent le point fort en raison de leur importance. Elle considère également l'aviation générale et l'aviation militaire dans la mesure où leurs impacts sont déterminants.

### 1.2. SITUATION INITIALE

#### **Aviation et développement durable en Suisse**

C'est dans le Rapport Brundtland (d'après Gro Harlem Brundtland, présidente de la World Commission of Environment and Development des Nations Unies) de 1987 que l'on trouve la première description d'un concept politique large du développement durable. En 1992, Rio de Janeiro accueille la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement, dont sortira l'Agenda 21. En signant ce programme d'action, la Suisse s'est engagée à élaborer des stratégies nationales de développement durable. Initiée en 1997, la première stratégie du Conseil fédéral a été complétée et développée en 2002. La notion de développement durable est comprise dans ses dimensions écologique, sociale et économique, et doit être concrétisée dans tous les secteurs politiques. Dans la Constitution fédérale, le développement durable fait l'objet de l'article 73 («La Confédération et les cantons œuvrent à l'établissement d'un équilibre durable entre la nature, en particulier sa capacité de renouvellement, et son utilisation par l'être humain.»). Les effets de l'aviation ont souvent aussi une dimension spatiale importante. Mais celle-ci ne constitue pas un segment spécifique du développement durable. Ce sont plutôt les trois dimensions de celui-ci qui interagissent avec les différents échelons de l'espace (régional,

national, international) et génèrent différents conflits d'objectifs et différents défis suivant l'espace considéré.

La présente synthèse est la première tentative faite au sein de l'administration suisse d'analyser un mode de transport dans ces trois dimensions. Parallèlement à l'élaboration du premier volet du projet NHL, le développement durable a également été inscrit dans le rapport sur la politique aéronautique de la Suisse (LUPO). Pour analyser l'aviation en tant que système de transport, il a fallu créer des indicateurs. Le système d'objectifs et d'indicateurs de la mobilité durable du DETEC (ZINV-DETEC) en est un, reconnu sur le plan national et constituant la base des critères et indicateurs appliqués dans la présente étude (DETEC 2001).

La figure 1 présente la situation actuelle du transport aérien de la Suisse. La carte montre toutes les infrastructures aéronautiques à usage civil ou mixte (usage civil et militaire).

### **Applications**

Les principes du développement durable et les enseignements livrés par l'étude NHL trouvent application dans divers projets actuels de l'OFAC. Dans le rapport sur le financement du contrôle aérien, ce sont plus particulièrement les critères économiques qui jouaient un rôle important. Le projet PSIA relatif à l'examen du réseau des places d'atterrissage en montagne prend en compte les trois dimensions du développement durable afin que ces sites respectent la législation sur la protection de l'environnement, et rencontrent le meilleur écho possible tout en gardant un intérêt économique avéré.

Le processus PSIA développé pour l'aéroport de Zurich est particulièrement imbriqué dans le projet NHL. Il peut être considéré comme le premier cas d'application détaillé au sens d'une évaluation comparative du développement durable dans le domaine de l'aviation. Ce processus de coordination a démarré au début de 2005. Il consiste à définir la direction dans laquelle l'aéroport de Zurich doit se développer, puis à le consigner dans une fiche. Toutes les perspectives de développement possibles y ont été considérées. La démarche s'effectue sous la houlette de l'OFAC, qui dirige le processus PSIA, en partenariat avec le canton de Zurich et l'aéroport, et avec le concours des cantons voisins concernés. Il faudra encore aborder ce processus spécifique à l'aéroport de Zurich dans le cadre des critères du développement durable et des prévisions.

## AÉRODROMES EN SUISSE (ETAT 2008)

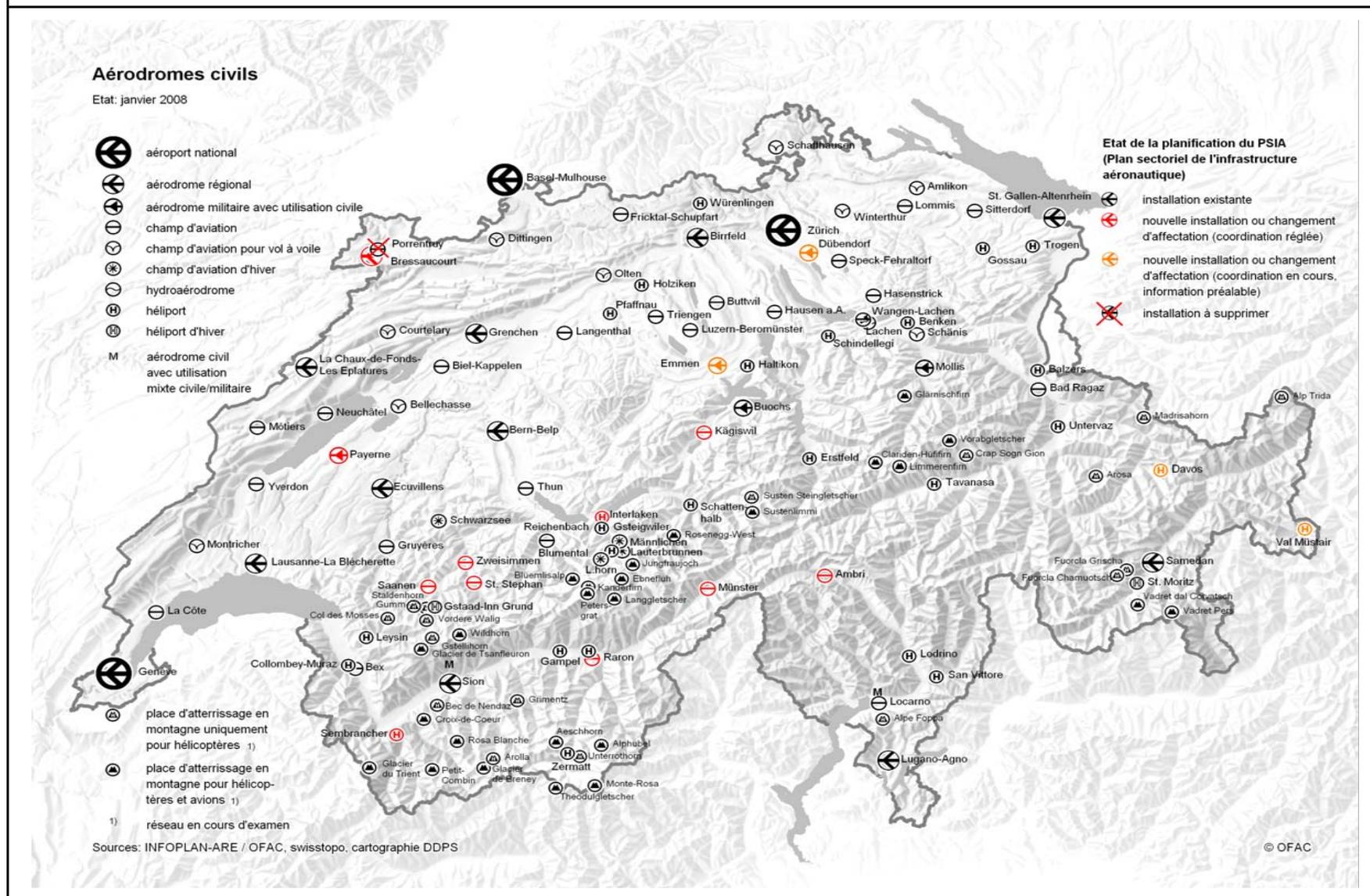


Figure 1: Ne sont pas inscrits l'aérodrome de Meiringen, à usage exclusivement militaire, ainsi que la base d'hélicoptères militaire d'Alpnach.

### 1.3. ORGANISATION DU PROJET ET DÉMARCHE

L'organisation du projet «Aviation et développement durable» a misé d'emblée sur une large base. L'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) a lancé l'étude. Il a pu s'assurer le soutien des offices fédéraux de l'environnement (OFEV) et du développement territorial (ODT) ainsi que du Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO) pour la financer. Mais l'équipe de projet ne s'est pas limitée à ces quatre offices et aux forces aériennes. Elle s'est ouverte à une compagnie aérienne, au canton de Zurich et à la recherche (Unique Zürich Flughafen AG, SWISS International Airlines, Service des transports du canton de Zurich, Université de Berne). Le rapport de synthèse a été élaboré sous la direction de l'administration, et reflète la position du DETEC.

Le projet «Aviation et développement durable» est un projet de recherche. Dans ce cadre, la Confédération a fait élaborer, dans un premier temps, une prévision de la demande et un tableau de performances, puis a examiné des critères décrivant ses retombées et les prestations en relation avec l'aviation. Le but était de réaliser un travail de fond livrant des données actuelles, et de lancer une réflexion poussée sur le développement durable et l'aviation.

Une collaboration étroite s'est instaurée dans certains cas entre l'équipe du projet PSIA Zurich et celle du projet NHL, par exemple à propos de la question des prévisions aéronautiques ou des critères d'évaluation,.

### 1.4. ELÉMENTS DE BASE

Les études sectorielles suivantes ont été réalisées dans le projet «Aviation et développement durable»:

- › Etude préliminaire (INFRAS/Ecoscan 2004). But de l'étude: présenter les données et les méthodes possibles afin de lancer une étude principale sur des bases solides.
- › Système de critères décrivant le développement durable dans l'aviation (Ecoplan 2004). On a défini, à partir de l'étude préliminaire, un système clair d'objectifs et d'indicateurs, compatible avec le ZINV-DETEC. Ce système a fait office de «boussole» pour les travaux suivants, c'est-à-dire qu'en principe, on a toujours présenté les retombées des scénarios aéronautiques en fonction des trois dimensions et on les a mesurées à l'aune des objectifs considérés.
- › Volet 1 (Rapp Trans/R+R Burger und Partner 2005): scénarios de développement du transport aérien. En vue de l'évaluation de la durabilité du transport aérien, on a développé une base sous la forme d'un tableau de performances devant servir aux analyses des effets bruts subséquentes. L'évolution quantitative de la demande dans le transport aérien a été fortement marquée par des événements comme le 11 septembre 2001, le grounding de Swissair, le SRAS,

etc. Les prévisions et les scénarios antérieurs au 11 septembre 2001 étaient donc périmés, et il a fallu les adapter compte tenu des conditions-cadre actuelles et futures, et faire des hypothèses quant au développement futur du transport aérien. Outre le développement de tableaux de performances en vue de représenter l'évolution de 1985 à aujourd'hui, on a analysé des conditions-cadre, des scénarios et des prévisions existants, que l'on a pris en considération dans la perspective du développement futur.

- › Volets 2 à 5 (INFRAS/Metron 2006): bruit, environnement, développement territorial, économie. Ces quatre secteurs ont été analysés dans le contexte du transport aérien suisse. Sous l'angle du développement durable, il s'agit cependant de deux dimensions (environnement, économie) et de deux secteurs transversaux (bruit et développement territorial). Le bruit, en particulier, touche les trois dimensions du développement durable, et présente d'importantes interfaces avec le développement territorial. Les quatre secteurs couvrent une grande partie des aspects du développement durable. On n'a pas pris en compte les aspects de la sécurité, ni fait une étude systématique de la dimension sociale du développement durable.
- › Volet 6 (INFRAS 2007): aspects sociaux. Les volets 1 à 5 devaient être complétés par une approche sociale pour compléter le portrait du développement durable. L'étude approfondie devait atteindre les objectifs suivants: exposer les questionnements sociaux déterminants dans le transport aérien, développer des postulats, critères et indicateurs sociaux applicables à l'aviation, et évaluer l'aviation sous l'angle de la société en relation avec les critères élaborés.

## 1.5. STRUCTURE DU RAPPORT

Ce rapport de synthèse récapitule la performance du transport aérien suisse dans la perspective du développement durable sur la base de critères et d'indicateurs donnés:

- › Le chapitre 2 expose les principaux postulats et les interactions en présence.
- › Les chapitres 3 à 5 évaluent l'état actuel et l'évolution future sur les trois dimensions économie, environnement et société.
- › Le chapitre 6 récapitule les trois axes et les place dans leur contexte spatial.
- › Le chapitre 7, enfin, tire les conclusions principales et esquisse les enjeux futurs.

## 2. POSTULATS ET CRITÈRES

Evaluer le transport aérien sous l'angle du développement durable requiert une grille d'évaluation cohérente. Celle-ci est hiérarchisée. De la stratégie de développement durable de la Confédération, on extrait d'abord les *postulats* (buts) fondamentaux du développement durable dans le transport aérien. Sur la base de chacune des chaînes de causalité, on cherche ensuite des *indicateurs* pertinents, permettant de déterminer dans quelle mesure, soit un postulat est satisfait, soit il y a nécessité d'agir. Les indicateurs sont alors examinés sous l'angle de leur *pertinence*, de leur *mesurabilité* et de leur *applicabilité* opérationnelle. Ce processus aboutit à une liste d'indicateurs pouvant être rendus opérationnels. On a déterminé les données nécessaires pour ces indicateurs afin de permettre une évaluation globale du développement durable dans le transport aérien. Cette approche aide à repérer les conflits d'objectifs et les mesures à prendre.

### 2.1. TABLEAU D'ÉVALUATION

Un premier système d'objectifs et d'indicateurs avait été élaboré dans le cadre des travaux préliminaires au projet NHL (voir Ecoplan 2004). Celui-ci s'aligne sur le système général ZINV-DETEC, ancré dans la stratégie de développement durable de la Confédération. Le système a été discuté et rendu opérationnel dans le cadre du projet NHL. Il concerne l'aviation dans son ensemble et adopte une perspective nationale.

Tant dans le projet NHL que dans le processus PSIA Zurich, on a travaillé à partir de critères et d'indicateurs puisés dans les trois dimensions du développement durable. Jusque là, il n'existait pas de système éprouvé de critères et d'indicateurs permettant d'analyser les questions du développement durable dans l'aviation, raison pour laquelle les deux projets ont dû mettre au point leurs propres systèmes. En effet, en dépit de certains points communs, leurs objectifs étaient différents puisque le projet NHL était une étude du développement durable et le processus PSIA, une évaluation comparative du développement durable.

Alors que le projet NHL se concentrait sur une analyse de la situation en Suisse à différents moments, c'est une autre perspective qui guidait le processus PSIA Zurich. On a donc affiné le système de critères ZINV-DETEC/NHL, puis on l'a appliqué à des indicateurs fins mesurables et complété en fonction de l'objectif poursuivi. En l'occurrence, le but était de faire une évaluation comparative du développement durable, de l'appliquer à un projet concret rapporté à l'aéroport de Zurich, c'est-à-dire à un point de vue local. Des données ont été relevées pour tous les indicateurs. On a entrepris une analyse des valeurs comparatives et une analyse de la valeur utile avec pondération de critères et d'indicateurs, puis on a calculé des sensibilités. Le catalo-

gue de critères est très complet; c'est après coup seulement, suite aux calculs de sensibilité, que l'on a pu déterminer quels critères étaient déterminants.

Pour les deux genres de systèmes de critères, il a été plus simple de définir des indicateurs dans le secteur de l'environnement que dans celui de la société. D'une part, il en existait déjà, d'autre part, ceux-ci sont plus facilement quantifiables que les indicateurs sociaux. Quant aux indicateurs économiques, il a été plus simple de déterminer ceux qui concernaient l'emploi (postes de travail) que ceux qui touchaient à la qualité du lieu.

Le schéma ci-après donne un aperçu général des dimensions du développement durable et des indicateurs. En présence de conflits, il faut tenir compte des différentes approches spatiales. Parallèlement, l'analyse a montré clairement que les trois dimensions du développement durable ne devaient pas seulement être utilisées pour évaluer des états (aujourd'hui, scénarios, variantes), mais qu'elles sont aussi prépondérantes dans la définition et l'application de processus visant à désamorcer des conflits potentiels grâce à une approche pragmatique.

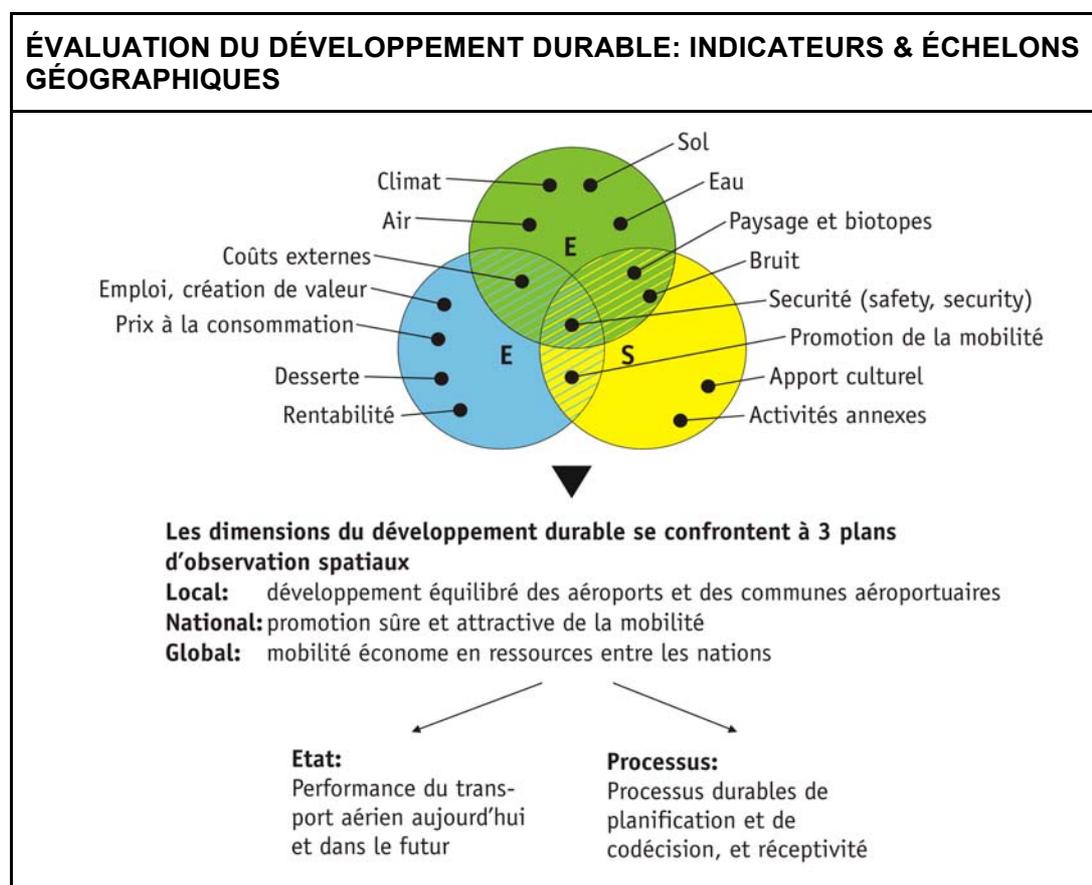


Figure 2

## 2.2. POSTULATS

Les indicateurs ont une signification variable suivant l'acteur considéré. Ils découlent des postulats suivants du développement durable:

### Postulats économiques

1. **Point de vue des consommateurs: bon rapport coût-utilité pour les consommateurs de transport aérien (particuliers et entreprises):**
  - › garantir une disponibilité et une fiabilité élevées
  - › offrir un bon rapport prix-prestations et une continuité dans les prix
2. **Point de vue des producteurs: système de transport aérien efficient et compétitif:**
  - › garantir une bonne intégration dans le système global des transports
  - › permettre une rentabilité élevée
  - › permettre une productivité et une compétitivité élevées
3. **Point de vue de l'économie générale: apport direct et indirect à l'économie nationale:**
  - › assurer une desserte dense de la Suisse sur le plan international et intercontinental (liaisons aériennes)
  - › garantir la stabilité du secteur économique compétitif qu'est l'aviation
  - › garantir des prix conformes au principe de causalité (internalisation des coûts externes).

### Postulats liés à l'environnement

1. **Limiter les nuisances sonores et la gêne due au bruit:**
  - › limiter le nombre de personnes touchées en intervenant sur la valeur limite d'immissions
  - › stabiliser les régimes d'exploitation
  - › garantir le repos nocturne
2. **Abaisser la pollution locale, nationale et transfrontalière de l'environnement à un niveau inoffensif à long terme:**
  - › réduire les polluants atmosphériques
  - › réduire la pollution du sol
  - › réduire à un niveau inoffensif les nuisances aux paysages et aux biotopes
  - › réduire à un niveau inoffensif les impacts sur les eaux
3. **Ménager le climat et les ressources:**
  - › diminuer les incidences sur le climat
  - › réduire la consommation spécifique de kérosène.

### Postulats liés à la société

#### 1. Garantir la sécurité opérationnelle:

- › maintenir un standard de sécurité aérienne (safety) et sûreté aérienne (security) élevé

#### 2. Garantir la mobilité et la desserte:

- › permettre à toutes les régions du pays d'accéder au transport aérien
- › permettre à toutes les classes de revenus d'accéder au transport aérien

#### 3. Eviter les effets sociaux négatifs:

- › réduire au maximum les atteintes à la santé et au bien-être de la population autour des aéroports et dans les zones de détente
- › garantir un développement équilibré de l'habitat et du travail dans les zones touchées par les nuisances du transport aérien

#### 4. Garantir des processus de planification, de participation et de décision durables:

- › évaluer les projets de transport aérien sur la base des critères du développement durable
- › intégrer les milieux concernés.

#### 5. Préserver la souveraineté de l'espace aérien:

- › réglementer l'espace aérien suisse et son accès.

Certains postulats et certains critères sont rattachés à plusieurs des axes du développement durable. Parallèlement, la composante spatiale joue un rôle important. Ainsi, une mobilité sûre est-elle aussi bien une nécessité économique que sociale, en particulier lorsqu'il s'agit d'un postulat national. Autre exemple, la gêne due au bruit du trafic aérien. Elle peut se révéler incommode ou nuisible pour la santé de la population locale voisine des aéroports. Ce faisant, elle porte atteinte à la qualité de l'environnement, mais peut aussi avoir un impact économique et social. Si le bruit de l'aviation constitue un paramètre ayant une incidence négative sur le prix du terrain, ou s'il provoque une ségrégation sociale dans certains quartiers d'habitation, cela peut avoir un impact négatif sur l'image d'une commune. Mais de tels effets doivent être mis en perspective avec les effets économiques positifs possibles du transport aérien sur l'attrait d'un site. Alors que les postulats économiques et environnementaux se font souvent concurrence, plusieurs postulats sociaux endossent une fonction transversale.

Le développement territorial est une composante qui joue un rôle important dans les évaluations du transport aérien sous l'angle du développement durable, mais il n'en est pas une dimension. Ce sont plutôt les trois dimensions du développement durable – économie, environnement, société – qui se confrontent chacune aux composantes spatiales locale, nationale et mondiale (voir aussi la Figure 3). En effet, les interactions de ces trois dimensions conduisent à différents

conflits d'objectifs, à différents enjeux et à différents centres de gravité suivant la perspective spatiale considérée. Les indicateurs prépondérants du point de vue de l'aménagement du territoire pour évaluer le développement durable se retrouvent à chaque fois sur une des trois dimensions de celui-ci. La desserte internationale, les effets économiques sur le tourisme et la répartition des postes de travail des branches sensibles à l'aviation, par exemple, se trouvent dans la dimension économique. Quant à la surface nécessaire aux aérodromes et au nombre d'habitants atteints dans leur santé en raison de leur exposition au bruit, ils sont traités dans la dimension écologique du développement durable.

Le développement durable dans le transport aérien peut être influencé positivement par des processus équilibrés qui tiennent aussi compte de différents aspects de l'aménagement du territoire. Le postulat numéro 4 lié à la société énumère les conditions de base d'un processus durable.

### 3. PERSPECTIVES DE CROISSANCE DU TRANSPORT AÉRIEN

#### Divers facteurs jouent un rôle

Plusieurs facteurs influencent les perspectives de croissance du transport aérien et l'impact de celle-ci sur le développement durable, comme le montre la figure 3 ci-dessous.

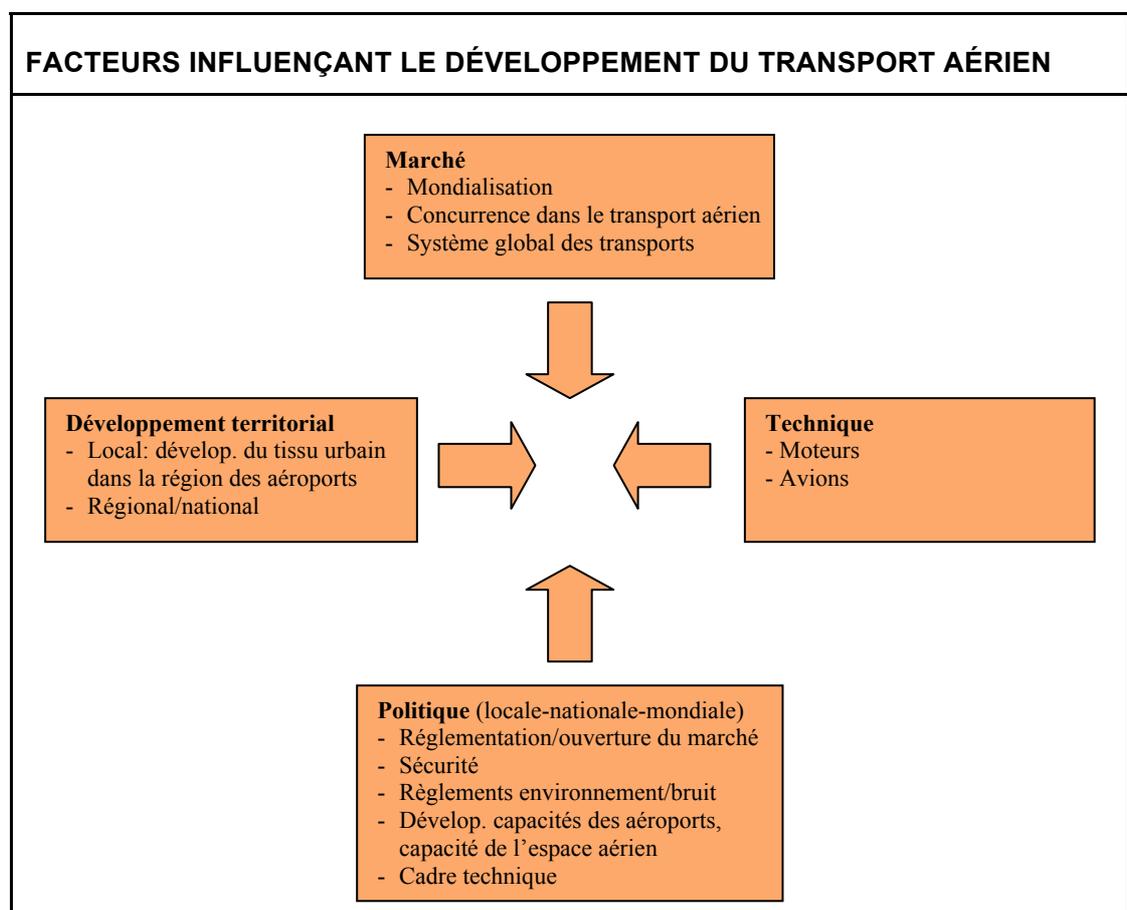


Figure 3

#### Prévisions

Plusieurs prévisions de demande existantes ont été analysés dans le cadre du projet NHL, et un mandat a été délivré pour deux prévisions supplémentaires. Il s'agit d'abord des scénarios tirés du volet 1 NHL de Rapp Trans et R+R Burger et Partner (2005). De son côté, INFRAS a élaboré une «Second Opinion» (analyse des études existantes, 2005).

L'étude Rapp-Trans a élaboré un tableau de performances, qui a débouché sur un vaste passage en revue de différentes études internationales, indépendamment de leur méthodologie, de leur nature, du moment auquel elles ont été effectuées et de leurs auteurs ou commanditaires. Sur cette base, plusieurs scénarios ont été élaborés à partir de l'ensemble des possibilités envisageables (y compris la suppression de la fonction de plate-forme de l'aéroport de Zurich).

Dans le processus PSIA consacré à l'aéroport de Zurich, il a également fallu élaborer des prévisions de l'évolution du trafic. Il n'a pas été possible de se référer à l'étude Rapp Trans déjà intégrée dans le projet NHL étant donné qu'une analyse des études internationales existantes était moins pertinente pour déterminer les besoins en infrastructures inhérents au développement futur d'un aéroport. C'est la raison pour laquelle on a confié l'élaboration d'une prévision exhaustive de la demande à la firme munichoise Intraplan. Mais celle-ci ne s'est pas limitée à l'aéroport de Zurich; elle a encore déterminé la demande de prestations aéronautiques sur tous les aéroports suisses. Elle a admis l'absence de goulets d'étranglement comme hypothèse de travail afin de pouvoir en déduire les besoins en infrastructures. Néanmoins, en référence à l'aéroport de Zurich, elle a également réalisé, dans une seconde étape, des prévisions de scénarios de développement incluant des limitations de capacités. Intraplan a fondé ses calculs sur les flux de trafic actuels, et a étudié la demande potentielle future de liaisons aériennes ainsi que l'évolution potentielle des flux de passagers et de trafic.

Les principales conclusions de ces deux études prévisionnelles sont les suivantes: L'étude RappTrans a analysé des prévisions à l'échelon mondial et en a tiré des conclusions pour la Suisse. Ses auteurs y ont élaboré un scénario principal incluant la croissance prévisionnelle du trafic (scénario «croissance»), ainsi que deux autres scénarios, l'un admettant une croissance plus lente (scénario «bas»), l'autre reposant sur l'hypothèse selon laquelle l'aéroport de Zurich pourrait perdre son statut de plate-forme (scénario «no hub»). Ces deux scénarios secondaires ont été utilisés comme variantes de développement dans les travaux du projet NHL, pour le cas où des facteurs exogènes (marché, politique) devaient se comporter d'une manière différente de la tendance escomptée.

Pour sa part, l'étude Intraplan présente, rapportée au système aéronautique suisse, une nouvelle systématisation du développement d'une demande de liaisons aériennes sans goulets d'étranglement. Elle se fonde sur des hypothèses plutôt conservatrices pour ce qui touche aux facteurs favorisant la demande (p.ex. faible croissance économique moyenne). Au surplus, elle met en évidence, pour l'aéroport de Zurich, l'influence d'une extension différente du système de pistes.

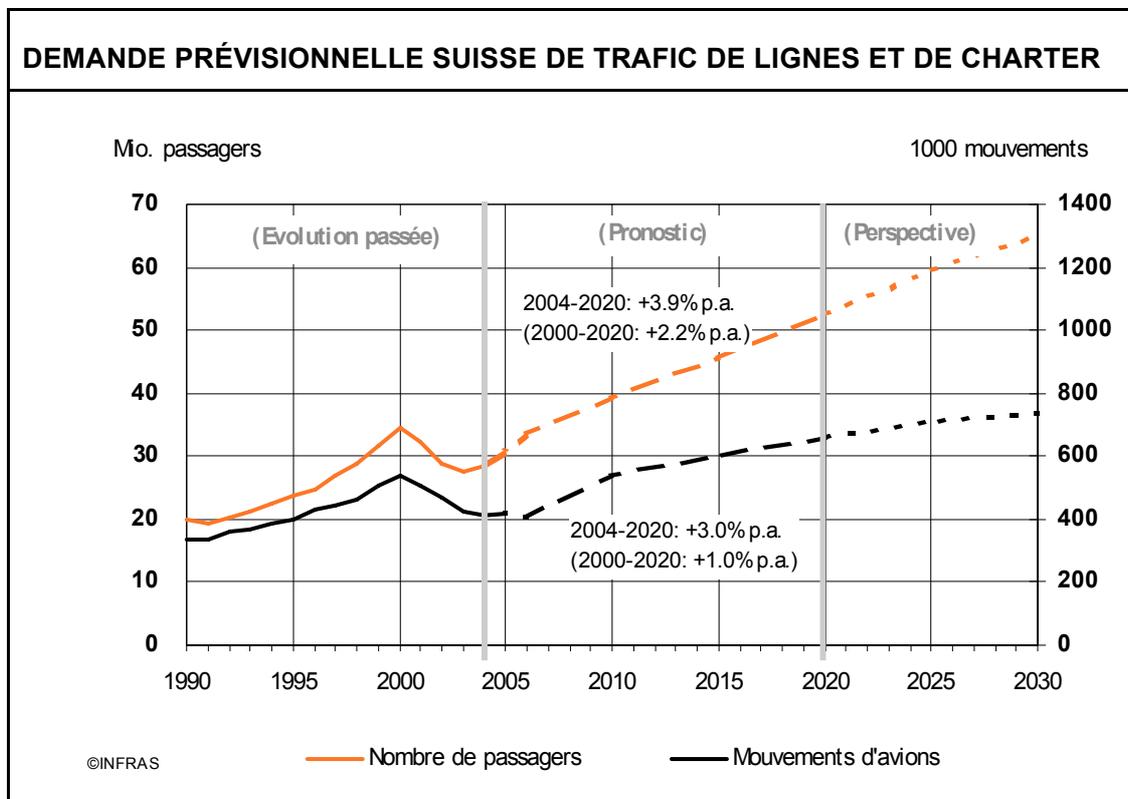
Cette combinaison de l'analyse de prévisions existantes et de l'élaboration de nouvelles prévisions permet d'intéressantes comparaisons croisées. Il apparaît que le pronostic de demande «Trend» élaboré par Intraplan aboutit à peu près au même résultat que ce que l'étude Rapp Trans décrit dans le scénario «croissance». Les études des effets des goulets d'étranglement de l'offre (conservation de l'actuel système de pistes) réalisées par Intraplan pour l'aéroport de Zurich parviennent à des résultats correspondant à peu près au scénario «bas» de l'étude Rapp Trans.

Pour le projet NHL, c'est le scénario Intraplan «Trend», axé sur la demande, qui tient la première place. Les scénarios «no hub» et «bas» de Rapp Trans entrent en jeu dans les considérations de sensibilité.

### **Trafic de lignes et trafic charter**

Les prévisions d'Intraplan admettent qu'entre 2004 et 2020 (2030), le **volume de passagers** va croître de 3,9% (3,2%) par année, à env. 53 millions d'unités (65 millions), pour le trafic de lignes et le trafic charter. Entre 2004 et 2030, ce volume va croître de 3,2% par an à environ 65 millions de passagers. Quant aux mouvements d'avions, on prédit une progression de 3,0% (2,2%) par année à l'horizon 2020 (2030), pour atteindre 660'000 mouvements en 2020 (730'000 en 2030). La croissance escomptée est à peu près aussi dynamique que dans les années nonante, avant les attentats terroristes de 2001 et le grounding de Swissair qui les a suivis.

Dans le scénario «évolution sans goulets d'étranglement» proposé par Intraplan, le volume de passagers augmentera de 84% (127%) entre 2004 et 2020 (2030), et les mouvements de 60% (78%).



**Figure 4** Evolution, prévision et perspective des mouvements et du volume de passagers en trafic de lignes et en trafic charter pour les aéroports suisses (y c. Bâle-Mulhouse). Source: Intraplan

Le **volume du fret aérien** pour les aéroports suisses a atteint environ 327'000 tonnes en 2004. Selon Intraplan, il passera à 550'000 tonnes en 2020 (+3,3% par an; soit une croissance de +68% entre 2004 et 2020), et à 650'000 tonnes en 2030 (+2,6% par an; soit une croissance proche de +100%). Cela signifie que, peu avant 2020, le volume du fret atteindra la valeur qu'il avait en 2000, lorsque le réseau Swissair de l'époque avait atteint son apogée. C'est l'aéroport de Bâle-Mulhouse qui devrait connaître la croissance la plus forte. La répartition régionale du fret aérien de la Suisse se concentre sur la bande Bâle – Zurich avec près de 60% du volume total.

### Aviation générale (GA)

En 2004, l'aviation générale (GA) avait accompli 0,98 million de mouvements, répartis de la manière suivante: 40% de vols de formation et de contrôle, 40% de vols à caractère exclusivement privés (loisirs et voyages d'affaires), le reste réunissant des vols ayant d'autres buts à caractère commercial.

Intraplan (2005) admet que l'aviation générale commerciale, qui se concentre essentiellement sur les trois aéroports nationaux, va très légèrement augmenter, alors que son pendant non

commercial va stagner au niveau de ces dernières années. L'un dans l'autre, Intraplan pronostique environ 1,08 million de mouvements pour l'année 2020.

Les mouvements d'avions dans le massif alpin forment une grande partie de la GA. Ils sont parfois en conflit avec le tourisme et la protection de la nature. 95% des mouvements effectués dans les Alpes ont lieu en dehors des places d'atterrissage en montagne (PAM). Les 42 PAM officielles, accueillent quelque 50'000 mouvements, 20'000 à caractère commercial et 30'000 à caractère non commercial (renseignement OFAC 2006). L'étude Rapp Trans (2005) décrit l'évolution future des vols commerciaux sur les places d'atterrissage en montagne à l'horizon 2030. Le premier scénario admet que ces mouvements vont se stabiliser aux environs de 20'000 unités. Le second prévoit un doublement des mouvements commerciaux sur ces places d'ici en 2030. On ne dispose pas de prévisions quant à l'évolution des mouvements non commerciaux, non recensés, sur ces sites alpins.

Tout porte à penser que l'aviation générale commerciale et non commerciale connaîtra une croissance plus faible en termes de mouvements que le trafic de lignes et le trafic charter.

### **Survols**

En 2004, on a enregistré environ 677'000 survols de la Suisse. Sur la base des prévisions d'EUROCONTROL, on estime que ce nombre devrait progresser de 3,3% par année jusqu'en 2020. L'espace aérien de la Suisse est l'un des plus fréquentés d'Europe.

### **Incertitudes**

Les scénarios élaborés sont entachés d'incertitudes liées à l'évolution du prix du pétrole, de la concurrence entre les compagnies aériennes et du contexte politique au voisinage des aéroports. Ces paramètres peuvent avoir des incidences sur le développement de l'aviation suisse et, en particulier, sur l'importance de la fonction de plate-forme (hub) de l'aéroport de Zurich.

## 4. LA DIMENSION ECONOMIQUE

### 4.1. RELATIONS IMPORTANTES

Dans l'optique économique, trois plans doivent être considérés dans le système aéronautique suisse: les consommateurs, les producteurs et l'économie générale.

**Les consommateurs:** non seulement les consommateurs de prestations de transport aérien satisfont leurs besoins de mobilité, mais encore ils réalisent un gain de temps grâce à des déplacements plus rapides ou à des transferts moins nombreux en raison de (meilleures) offres de transport, ce qui leur permet de réaliser un gain d'utilité sur d'autres offres de mobilité.

**Les producteurs:** il s'agit des entreprises offrant du transport aérien (compagnies aériennes) et une infrastructure aéronautique (aéroports). On y inclut en outre les prestations de service fournies par le secteur connexe (p.ex. service de restauration, service technique, assistance au sol) ainsi que d'autres entreprises de services en activité sur les aéroports (contrôle aérien, douane, police). D'autres entreprises, étrangères à l'aviation, mais actives sur les aéroports ou les aérodromes, jouent un rôle important (notamment le secteur de la gastronomie et du retail).

**L'économie générale:** dans le contexte international, une bonne desserte est une condition préliminaire essentielle pour accroître l'attractivité géographique de la place économique et des entreprises suisses. Sont en outre importants pour l'économie générale les emplois créés par les compagnies aériennes (y c. la formation) ainsi que par leurs fournisseurs, et la valeur ajoutée qui en découle, ainsi que leur stabilité. Un transporteur national (home carrier) a, sur la création de valeur, un impact sensiblement plus élevé en Suisse qu'une compagnie aérienne étrangère proposant une offre similaire au départ de la Suisse. Sont également significatives pour l'économie nationale les taxes versées par les passagers étrangers en Suisse. Mais il faut aussi prendre en considération les effets externes négatifs, qui résultent du transport aérien (voir le chapitre «Dimension environnementale»).

### 4.2. LES CONSOMMATEURS

#### **Fléchissement des prix à la consommation dans le transport aérien**

Selon l'indice suisse des prix à la consommation (IPC), les prix du transport aérien se sont montrés très volatils entre 2000 et 2007 comparativement à l'évolution des prix des transports en général et de l'IPC global. Depuis 2003, l'avion est devenu sensiblement plus attractif que les autres modes de transport dans ses prix. Le bas niveau des prix actuels peut être considéré comme positif du point de vue des consommateurs, mais il a des conséquences indésirables,

sous la forme de retombées négatives pour l'environnement (voir chapitre 4.4 «Coûts externes importants non internalisés»).

Le chapitre consacré à la société abordera plus en détail les besoins de mobilité aérienne de la population suisse.

### **Retards supérieurs à la moyenne internationale, mais en recul**

A priori, le transport aérien a une assez forte propension aux retards du fait qu'il dépend beaucoup de la météo. En 2004, c'est sur l'aéroport de Zurich que l'on a recensé le plus grand pourcentage de retards mesuré au nombre de vols considérés. Ces valeurs ont été un peu plus faibles à Genève et à Bâle. Cela est dû, notamment, au fait qu'à la différence de Zurich, ces deux aéroports n'exploitent pas un hub et que l'aéroport de Zurich a une capacité sujette aux goulets d'étranglement. Plus les retards sont importants, plus ils perturbent l'exploitation de l'aéroport.

La part des vols retardés de plus de 15 minutes a sensiblement diminué, passant de 51% en 2000 à 34% en 2006. En 2003 et 2004, Zurich se trouvait très en arrière dans la statistique européenne de la ponctualité; mais il s'est nettement amélioré en 2005, prenant la 13<sup>e</sup> place du classement. Entre 2003 et 2005, Genève se trouvait au 7<sup>e</sup> ou 8<sup>e</sup> rang et, par conséquent dans le premier quart des aéroports évalués.

### **L'importation de biens par fret aérien élargit la palette de l'offre**

Le fret aérien permet d'acheminer des biens dans le monde entier plus rapidement que d'autres moyens de transport. Cela accroît fortement la palette de l'offre de biens de consommation dont peuvent disposer les ménages suisses.

## **4.3. LES PRODUCTEURS**

### **Une desserte dense de la Suisse est un facteur d'attraction positif pour les entreprises**

Les liaisons aériennes contribuent notablement à la desserte intercontinentale et européenne, qui compte parmi les facteurs d'attraction importants. Cette desserte est aussi importante pour les entreprises suisses que pour celles qui envisagent de s'implanter dans notre pays. Par desserte internationale, on entend les possibilités d'accéder à diverses régions métropolitaines en Europe.

En 2004, les trois aéroports nationaux suisses bénéficiaient d'une desserte européenne supérieure à la moyenne. S'agissant de la desserte intercontinentale, celle des aéroports nationaux suisses est également supérieure à la moyenne (=100) des 73 régions métropolitaines considérées. Avec un indice de 105, Zurich se situe au 6<sup>e</sup> rang de la desserte intercontinentale. Genève,

avec 102 points, et Bâle, avec 101 points, sont légèrement derrière. La desserte intercontinentale et internationale de la Suisse peut être qualifiée d'excellente.

### **Rentabilité: transport aérien couvrant ses coûts – infrastructure aéronautique bénéficiaire grâce au secteur non-aviation**

Le taux de couverture des coûts de fonctionnement de firmes est un indicateur capital au niveau des entreprises: il est révélateur de l'efficacité de l'utilisation du système de transports. L'avion est l'un des rares modes de transports publics dont le taux de couverture des coûts est proche de 100%, voire supérieur. Le grounding de Swissair a montré que, parfois, la couverture des coûts peut aussi être nettement plus faible.

Transport aérien: entre 2003 et 2005, SR Technics, a couvert ses coûts à près de 100%. La plus grande compagnie aérienne suisse actuelle (SWISS) a retrouvé les chiffres noirs en 2006 après plusieurs années de pertes, et réalisé un bénéfice de 475 millions de francs pour les 9 premiers mois de 2007.

Infrastructure aéronautique: les taux de couverture des coûts des aéroports et du contrôle aérien en 2000 sont indiqués dans le Tableau 1. Le secteur de l'aviation n'a pas couvert ses coûts sur les aéroports suisses en 2000. Mais grâce au subventionnement croisé du secteur non-aviation, très rentable sur les aéroports nationaux (retail et restauration) et très étroitement lié au trafic aérien, dans l'ensemble les aéroports couvrent en moyenne nettement leurs coûts. Depuis 1994, plus aucune subvention, ni prêt à intérêt préférentiel n'ont été accordés à des aéroports. Jusqu'en 1985, les pouvoirs publics leur apportaient encore un soutien financier régulier (Infras 2003).

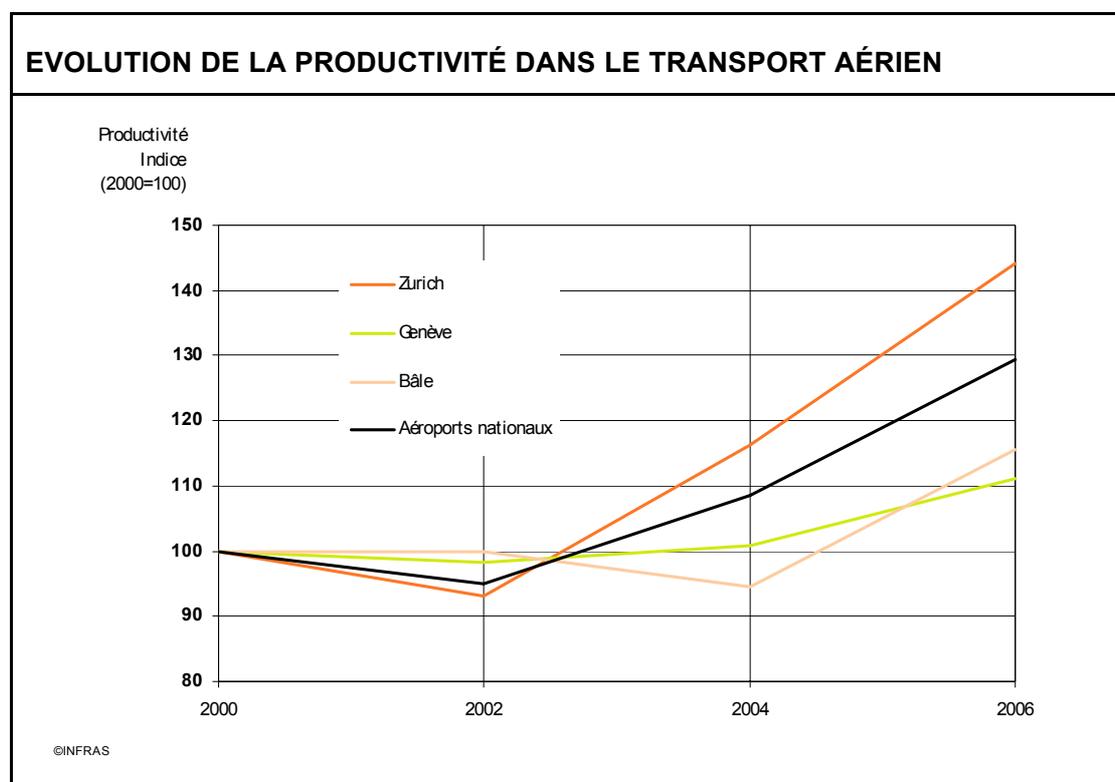
<b>TAUX DE COUVERTURE DES COÛTS DES AÉROPORTS EN 2000 (EN %)</b>			
	<b>Aéroports nationaux</b>	<b>Aérodromes régionaux</b>	<b>Total</b>
Aviation	93%	97%	<b>93%</b>
Non Aviation	197%	95%	<b>193%</b>
<b>Total</b>	<b>123%</b>	<b>97%</b>	<b>122%</b>

**Tableau 1** Aéroports nationaux: aéroports de Zurich, Genève et Bâle. aérodromes régionaux: Berne, Lugano, St-Gall, Sion. Source: ODT/OFAC 2003. Exemple de lecture: le taux de couverture des coûts (de fonctionnement) pour le secteur Aviation est de 93%.

En vertu de son mandat légal, le contrôle aérien (Skyguide) doit couvrir ses coûts grâce aux émoluments perçus. Cela conduit à ce que ces derniers soient élevés en comparaison européenne (Skyguide 2006). En revanche, Skyguide est tenu de rembourser ses éventuels excédents en accordant aux compagnies aériennes des réductions sur ses prestations.

### Après le grounding de Swissair, productivité à nouveau en progression

Une productivité à la hausse (valeur ajoutée par équivalent poste à temps complet) est utile pour élaborer des prestations de service compétitives dans le transport aérien. Une productivité élevée (croissante) indique une efficacité élevée (croissante), et est un indicateur de la compétitivité de la branche. La comparaison avec d'autres branches est déterminante dans ce contexte.



**Figure 5** englobe toutes les firmes du secteur Airline related (= entreprises para-aéronautiques: compagnies aériennes, firmes techniques, sociétés d'assistance au sol, entreprises de service de restauration, etc.) et du secteur Airport related (entreprises para-aéroportuaires: exploitants d'aéroport, sécurité aérienne, douane, police, etc.) sur le territoire des aéroports nationaux. Source: SIAA 2003, AFV 2005; données 2006 basées sur le développement des aéroports nationaux.

En 2004, la productivité des aéroports nationaux dans le transport aérien en Suisse (159'000 fr. par équivalent poste à temps complet EPTC) était supérieure à la productivité moyenne des branches du transport (128'000 fr./EPTC) et également à la moyenne de l'économie générale de la Suisse (142'000 fr./EPTC ; Aerosuisse/OFAC/SIAA 2006); elle a encore nettement progressé jusqu'en 2006 (extrapolée à partir de données concernant le développement des aéroports nationaux).

### Importance croissante du transport à bas tarif depuis 2001

La progression du transport «low cost» ces dernières années est un indicateur possible d'une croissance de la compétitivité de la branche aéronautique. En 2001, les compagnies à bas tarif ne formaient qu'une part négligeable du marché suisse. Entre 2001 et 2004, elles en ont acquis, avec un léger retard sur l'Allemagne ou la Grande-Bretagne, une part sensible, part qui s'est stabilisée à Zurich, mais a continué à gagner en importance à Bâle et à Genève jusqu'en 2006. La concurrence avec les compagnies low cost européennes a également rendu plus avantageuses les offres des transporteurs en réseau tels que SWISS sur les lignes qu'elles desservent.

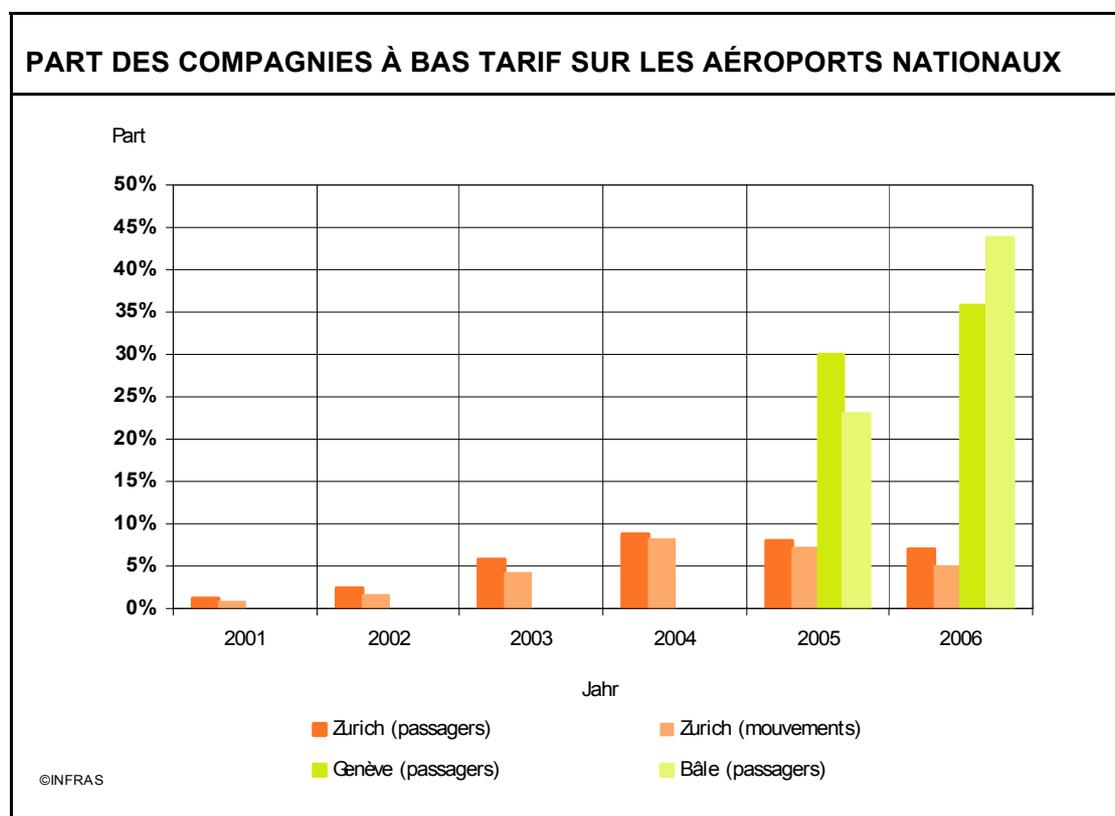


Figure 6 Source: Rapports d'activités UNIQUE, AIG et Euroairport (2005, 2006).

### Exportation de biens par fret aérien

Petite économie nationale, la Suisse est par définition fortement tributaire de l'industrie d'exportation. Or l'aviation constitue un canal de transport important pour cette branche, notamment lorsqu'il s'agit de transporter des marchandises périssables (machines importantes, électrotechnique, produits chimiques, etc.) à des clients souvent implantés sur le marché européen ou américain, mais également, et de plus en plus, sur le marché asiatique.

## 4.4. L'ÉCONOMIE GÉNÉRALE

### Evolution mouvementée au niveau de la valeur ajoutée et de l'emploi

Sur le plan de l'économie générale, le transport aérien tient une place significative, surtout en raison de la création de valeur et d'emplois, d'une part, par les entreprises implantées sur les aéroports nationaux (effet direct), et d'autre part, par les entreprises suisses qui produisent des prestations intermédiaires pour les entreprises ayant un effet direct (effet indirect). Un emploi solide et une forte création de valeur dans un secteur à haute valeur ajoutée comme l'est l'aviation, qui affiche une productivité supérieure à la moyenne et est compétitive, doivent être considérés comme positifs pour l'économie nationale de la Suisse. De plus, l'aviation forme, avec les autres modes de transport et d'autres infrastructures, la structure de base de l'économie nationale.

<b>EMPLOI ET VALEUR AJOUTÉE EN SUISSE PAR LA BRANCHE AÉRONAUTIQUE EN 2004</b>		
<b>Aéroports nationaux</b>	<b>Salariés (en équivalents postes à temps complet)</b>	<b>Valeur ajoutée (en mio. CHF)</b>
Effet direct	<b>29'800</b>	<b>4'500</b>
Effet indirect	<b>13'600</b>	<b>1'700</b>
Somme	<b>43'400</b>	<b>6'200</b>

Tableau 2 Source: SIAA 2003, AFV 2005 ainsi que calculs complémentaires.

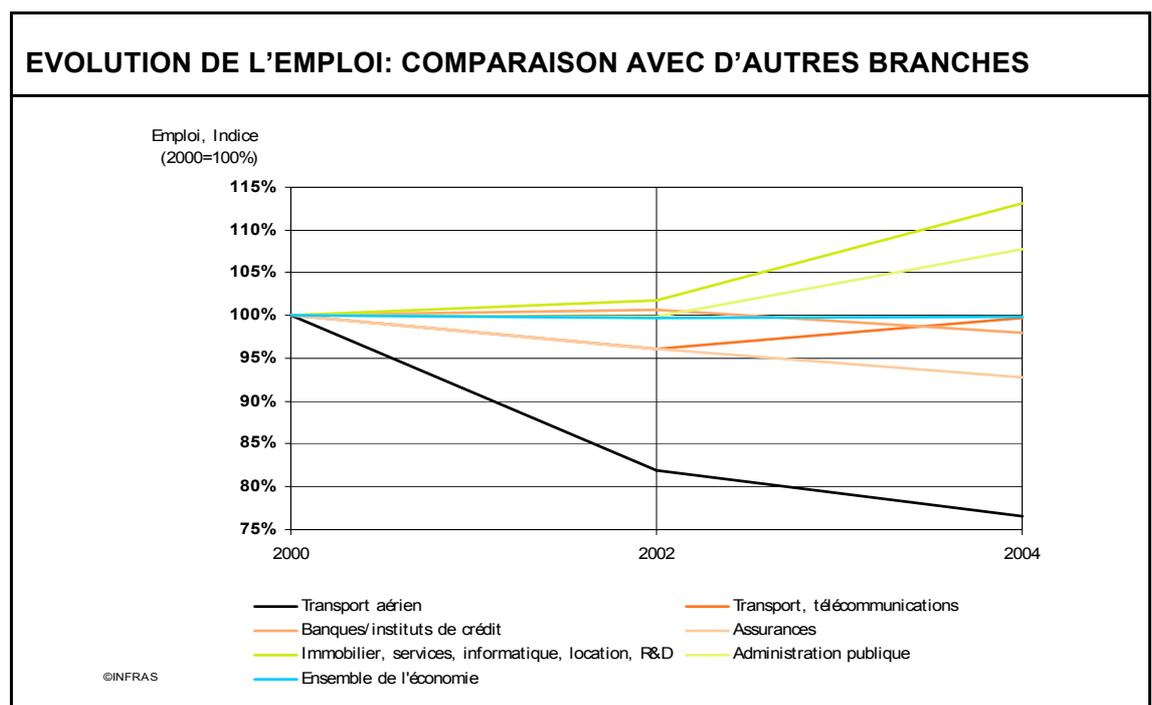
En 2004, l'effet direct de l'importance que l'aviation avait pour l'économie nationale en 2004 englobait près de 30'000 salariés à temps complet sur les trois aéroports nationaux et représentait une valeur ajoutée de 4,5 milliards de francs. La somme des effets direct et indirect représente environ 1,4% du PIB et de l'emploi dans l'ensemble de la Suisse, tant pour ce qui est de la valeur ajoutée que des postes à temps complet.

Zurich représente environ 60% des emplois et 66% de la valeur ajoutée des trois aéroports nationaux. L'*aéroport de Zurich* a une importance capitale dans l'aviation suisse. Sa fonction de plate-forme est un facteur prépondérant de la position économique qu'il représente pour le pays, notamment parce qu'il augmente la desserte de la Suisse depuis et vers l'étranger. S'il n'avait pas été un hub, en 2004 la valeur ajoutée directe et indirecte de l'aéroport de Zurich aurait, par exemple, été de 30% inférieure à ce qu'elle est aujourd'hui (AFV 2005).

L'emploi et la valeur ajoutée de l'aviation en Suisse ont presque constamment augmenté dans la seconde moitié des années nonante jusqu'au point culminant de 2000. En 2001, l'emploi (39'000 postes à temps complet) a ensuite baissé de 18%, puis s'est à nouveau stabilisé à environ 30'000

postes à temps complet entre 2002 et 2004 dans les entreprises ayant un effet direct. Dans le sillage de ces restructurations de la branche aéronautique, plusieurs entreprises suisses de la branche aéronautique ont été vendues à des investisseurs étrangers (SWISS, Gate Gourmet, SR Technics, Swissport, Nuance, Atraxis).

Une comparaison avec l'évolution de l'emploi dans d'autres secteurs montre que la branche aéronautique a connu depuis 2000 une évolution négative jamais atteinte par aucune autre branche comparable du secteur des services (figure 7). Le marché, dans son contexte actuel et tel qu'on peut l'escompter dans le futur, donne à penser que, jusqu'en 2020, le transport aérien va progresser avec plus de fermeté que la moyenne des branches économiques suisses. Néanmoins, il est toujours possible que des changements intervenant au niveau de la sécurité mondiale le perturbent fortement et à court terme.



**Figure 7** Sources: SIAA 2003, AFV 2005, calculs complémentaires; Statistique de l'emploi 2000-2003 (OFS 2003b).

**SWISS**, plus grand prestataire actuel, occupe une position particulière dans l'aviation suisse en sa qualité de transporteur national. Les fluctuations de l'effectif de son personnel reflètent l'évolution mouvementée du transport aérien ces cinq dernières années. Alors qu'elle comptait encore quelque 11'000 postes à temps complet en 2002, suite à diverses restructurations opérées depuis sa création, SWISS en recensait encore 6'300 en 2006. La réduction de moitié de sa flotte durant cette période explique une bonne part de ce fort recul. En novembre 2006, pour la pre-

mière fois, SWISS a pu créer 550 nouveaux emplois à la faveur de l'extension de la flotte des long-courriers.

### **Dépenses importantes des passagers étrangers**

Les dépenses des passagers étrangers d'avions en Suisse (p.ex. dans la branche du tourisme, le transport, etc.) entraînent d'autres effets économiques positifs induits par le transport aérien. En 2004, la valeur ajoutée générée en Suisse par les dépenses des passagers étrangers des avions s'est élevée à 7,7 milliards de francs, soit un peu plus que la valeur ajoutée résultant des effets directs et indirects du transport aérien en Suisse.

### **Les liaisons aériennes sont surtout importantes pour les entreprises internationales et l'industrie d'exportation**

L'offre de transport aérien en Suisse a des retombées sur le comportement des entreprises du pays et sur leur attractivité. La palette de destinations accessibles, les destinations accessibles par des vols directs, les fréquences des vols proposés et leurs prix sont quelques-uns des facteurs importants pour les entreprises vouées à l'exportation et les multinationales. Plusieurs raisons expliquent l'importance de ces paramètres tant pour les entreprises que pour l'économie nationale:

- › meilleure desserte et, partant, élargissement des marchés;
- › économies d'échelle dans la production et la distribution (,economies of scale and scope');
- › le raccourcissement des distances grâce au transport (aérien) agrandit le cercle des demandeurs accessibles à une entreprise (,economies of density');
- › le marché de l'emploi grossit et facilite l'engagement de collaborateurs;
- › le transport aérien permet à plus de firmes d'offrir des produits en Suisse ou de les y produire. Cette pression de la concurrence oblige les fournisseurs suisses à innover et à accroître leur efficacité.

Ces effets ne sont pas chiffrables avec précision, mais ils jouent un rôle important pour l'attractivité géographique de la Suisse, son potentiel de croissance et le dynamisme de son marché du travail.

### **Coûts externes importants non internalisés**

Les coûts externes résultent des effets secondaires indésirables de l'élaboration de prestations de transport aérien. Ils sont traités dans le secteur de l'économie générale et non pas dans celui de l'environnement parce que, du point de vue de l'économie nationale, ils ont une incidence néga-

tive sur l'efficacité du résultat du marché à cause de leur impact sur les prix. Une structure efficace des prix nécessite une internalisation aussi complète que possible des coûts externes. En l'état actuel de la recherche, on peut dire que les coûts climatiques représentent environ 75% des coûts externes du transport aérien, le reste se partageant entre le bruit, la santé et l'environnement en général. Les coûts externes par prestations de transport (kilomètres-passagers) calculés sur la base des connaissances actuelles sont plus faibles pour le transport aérien que, par exemple, pour la voiture, mais plus élevés que pour le rail (compte tenu du régime électrique européen) (INFRAS 2007).

## 4.5. PERSPECTIVES ET APPRÉCIATION GÉNÉRALE

Le kérosène, produit pétrolier, est un des principaux paramètres d'entrée de la production de prestations de transport aérien. Ressource énergétique non renouvelable, le pétrole n'est pas disponible en quantité illimitée. Etant donné la part relativement élevée du prix de l'énergie dans les coûts de production totaux, le tarissement des réserves pétrolières, mais aussi le coût des carburants alternatifs peuvent être synonymes de hausses de prix massives pour les compagnies aériennes et, par conséquent, pour leurs passagers.

### **Les consommateurs**

Si l'évolution est celle du scénario «Trend» d'Intraplan, on peut admettre, sous l'angle des consommateurs, que les prix vont demeurer assez stables en termes réels jusqu'en 2020 (avec une volatilité qui continue à être élevée). Les retards pourraient augmenter parallèlement aux mouvements si l'infrastructure ne changeait pas. Des extensions des capacités à moyen terme pourraient avoir l'effet inverse. La desserte intercontinentale demeurerait très bonne pour les entreprises exportatrices suisses et connaîtrait même des améliorations pour certaines régions (p.ex. Asie). La desserte internationale devrait elle aussi s'intensifier, ce qui améliorerait l'attractivité de la Suisse pour les entreprises axées sur le marché européen.

Si la fonction de hub de l'aéroport de Zurich devait être restreinte, le nombre des transferts jusqu'à leur destination finale augmenterait pour beaucoup de passagers en raison du nombre sensiblement plus faible de liaisons directes. Au classement des meilleures dessertes, la Suisse perdrait alors quelques places sur des pays concurrents.

### **Les producteurs**

Dans le cas du scénario «Trend», les taux de couverture des coûts de fonctionnement ont tendance à croître pour les entreprises d'infrastructure aéronautique parce que le nombre des passagers augmente plus vite que celui des mouvements. La productivité devrait connaître une évolu-

tion assez stable jusqu'en 2020, à moins que les extensions des infrastructures ne la fassent baisser temporairement.

Une restriction de la fonction de hub de l'aéroport de Zurich devrait peser sur les taux de couverture des coûts de cette infrastructure. Comme le nombre de passagers en transfert diminuerait beaucoup plus nettement que celui des passagers locaux, le secteur du retail serait touché moins négativement.

### **L'économie générale**

Si, conformément au scénario «Trend» d'Intraplan, les mouvements devaient croître de 3% par année jusqu'en 2020 dans le transport aérien, la valeur ajoutée de celui-ci (effets direct et indirect) passerait de 6,2 milliards de francs en 2004 à bonnement 10 milliards de francs en 2020 (aux prix constants). Elle serait liée à une croissance de l'emploi passant de 43'000 postes (effets direct et indirect) en 2004 à environ 70'000 en 2020 (à productivité constante). Il faudrait continuer à compter avec une volatilité accrue, surtout dans l'emploi, étant donné que le transport aérien est particulièrement sensible aux événements (extraordinaires) mondiaux. Les dépenses des passagers étrangers des avions en Suisse ne devraient pratiquement plus augmenter de manière significative à partir de 2010 parce que la progression du nombre des passagers à partir de cette date sera due pour une grande part à celle des passagers en transfert (Intraplan 2005). Les coûts externes non internalisés du transport aérien subiraient de sensibles hausses s'il n'était pas possible d'atténuer les conséquences de la croissance quantitative par le biais de réductions du poids des avions, de progrès techniques, d'innovations dans les moteurs et dans la gestion du trafic aérien (Air Traffic Management). Les effets négatifs du transport aérien sont déjà partiellement compensés en Suisse par des taxes perçues par les exploitants d'aéroports (p.ex. taxe sur le bruit). Mais celles-ci ne couvrent pas tous les coûts externes (p.ex. impact sur le climat). Pour internaliser les coûts externes résiduels, il serait plus plausible, au niveau de l'UE, d'intégrer le transport aérien dans le système européen d'échange des droits émissions.

Si, dans le futur, il n'existait plus un seul transporteur national en Suisse exploitant une plate-forme, en 2020, la valeur ajoutée et l'emploi devraient rester à peu près au même niveau qu'en 2004, et perdre donc en importance dans le PIB de la Suisse en 2020. Si ce scénario «No Hub» devait se concrétiser dans une phase de marasme économique, les conséquences négatives seraient plus fortes et agiraient à plus long terme. Le tableau ci-après récapitule cette appréciation générale:

Evaluation actuelle:

Développement durable  
 Déficits légers  
 Déficits relativement lourds

<b>APPRÉCIATION GLOBALE DE LA DIMENSION ECONOMIQUE (SCÉNARIO TREND)</b>				
<b>Postulats et indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle</b> <i>(voir pages)</i>	<b>Evolution future</b>	<b>Appréciation globale<sup>1)</sup></b>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
<b>Postulat 1 CONSOMMATEURS: bon rapport coûts-utilité pour les clients du transport aérien</b>				
Prix à la consommation dans le transport aérien	<i>(voir p.31)</i>	<b>0</b>	Tendance positive	Surtout par entreprises aéronautiques sur un marché libéralisé. Dépend de la conjoncture mondiale, de la pression de la concurrence internationale, de la part de marché de SWISS actuellement le plus grand fournisseur en Suisse, de la concurrence entre fournisseurs des entreprises aéronautiques et du contexte de régulation. Risque lié au prix du kérosène à la hausse. Tendance négative si évolution défavorable.
Retards	<i>(voir p. 32)</i>	<b>0</b>	Extension des capacités politiquement difficile	La sphère politique et les exploitants d'aéroports ont la possibilité d'agir: Zurich: négociations sur l'ordonnance allemande (DVO) au niveau politique, Single European Sky comme chance; extension des capacités, optimisations d'exploitation. La réduction du risque de retard est importante pour l'exploitation du hub (ZH). Dépend des possibilités d'extension des capacités.
<b>Postulat 2 PRODUCTEURS: système de transport efficient et compétitif</b>				
Bonne desserte des entreprises	<i>(voir p. 32)</i>	<b>0 à +</b>	Positive	Politique et performance de l'aviation de la Suisse. Dépend notamment de la fonction de hub (ZH) et des décisions PSIA relatives aux extensions de capacités et aux concepts d'exploitation. Pénalités probables si perte de la fonction de hub.
Rentabilité	<i>(voir p. 33)</i>	<b>+</b>	Positive	Mesures possibles par entreprises aéronautiques et politique. Dépend de la croissance, cadre général comparable à l'étranger et productivité de l'aviation suisse. En cas d'évolution défavorable, risques accrus pour les entreprises (surtout si perte de la fonction de hub)

<b>APPRÉCIATION GLOBALE DE LA DIMENSION ECONOMIQUE (SCÉNARIO TREND)</b>				
<b>Postulats et indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle</b> <i>(voir pages)</i>	<b>Evolution future</b>	<b>Appréciation globale<sup>1)</sup></b>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
Productivité: Valeur ajoutée/EPTC	<i>(voir p. 34)</i>	<b>0</b>	Positive	Influence importance de la politique nationale en matière d'économie et de concurrence, et des directions d'entreprises dans le transport aérien. Dépend de la pression (inter)nationale de la concurrence, accès au personnel qualifié. Sont importants à cet effet les marchés ouverts de l'emploi et des biens. Plutôt négatif dans le scénario «no hub» (ZH), car assez mauvaise exploitation des ressources.
Dépenses publiques pour l'aviation		<b>+</b>	Tendance positive	La Confédération et les cantons peuvent agir en situation de crise. Dépend du contexte politique; risques si perte de la fonction de hub (ZH).
<b>Postulat 3: ÉCONOMIE GENERALE: contribution directe et indirecte à l'économie nationale</b>				
Emploi, valeur ajoutée, stabilité (directe & indirecte)	<i>(voir p. 36)</i>	<b>+</b>	Positive	Sont importants la sécurité des investissements, la compétitivité aussi chez les fournisseurs de l'aviation ainsi que le marché du travail qualifié. Dépend de l'évolution générale de l'aviation suisse et des décisions PSIA. Risques accrus si évolution défavorable (surtout en cas de perte de la fonction de hub de ZH)
Dépenses des passagers étrangers	<i>(voir p. 38)</i>	<b>0</b>	Positive	Incombe aux exploitants d'aéroports et à la politique. Dépend de la fonction de hub. Pénalités en cas de perte (ZH). Dépend aussi des décisions PSIA. Sensible aux crises mondiales.
Coûts externes	<i>(voir p. 38 )</i>	<b>-</b>	Tendance négative	Politique (y c. UE) et entreprises aéronautiques, p.ex. en tant que commanditaires d'avions, structure des taxes d'aéroport, préparation à l'intégration de l'aviation dans le système d'échange de droits d'émissions, aménagement du territoire aux abords des aéroports.

Tableau 3

## 5. LA DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

### 5.1. NUISANCES SONORES ET GÊNE DUE AU BRUIT

#### Interactions complexes entre exposition au bruit et gêne ressentie

L'homme est au centre de la chaîne de causalité entre nuisances sonores et réactions à celles-ci. Source de bruit parmi tant d'autres, le bruit de l'aviation peut être décrit, par exemple, par son intensité acoustique ou par le moment auquel il est émis. Les réactions de l'être humain aux sons perçus se produisent à différents niveaux. On peut les mettre en évidence, entre autres, en mesurant les hormones du stress, en faisant des recensements de la gêne ressentie, en observant les modifications de la structure du tissu construit ou en calculant les préjudices économiques subis. Les charges sonores dans les zones écologiques de repos comptent également parmi les effets des nuisances sonores.

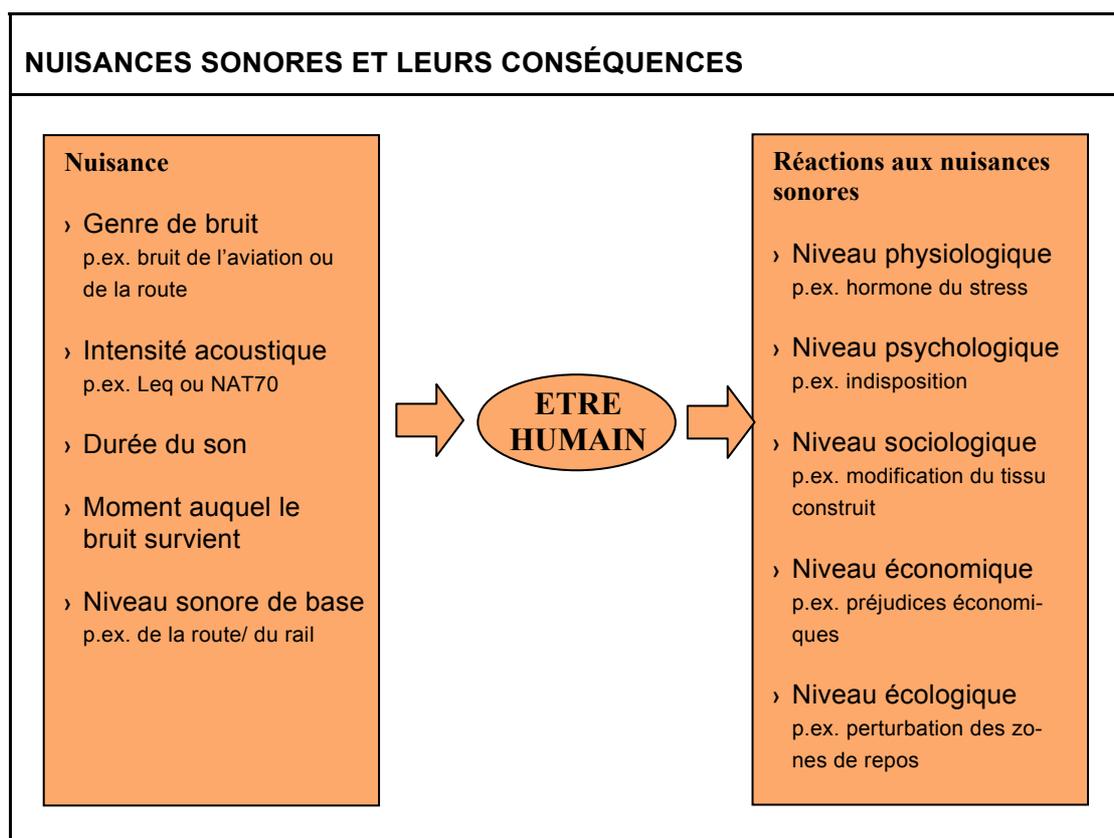


Figure 8 basée sur Wirth (2004).

Les indicateurs physiologiques significatifs utilisés actuellement en Suisse pour mesurer l'exposition au bruit sont le niveau acoustique permanent (p.ex.  $L_{eq,16}$ ) et le niveau acoustique

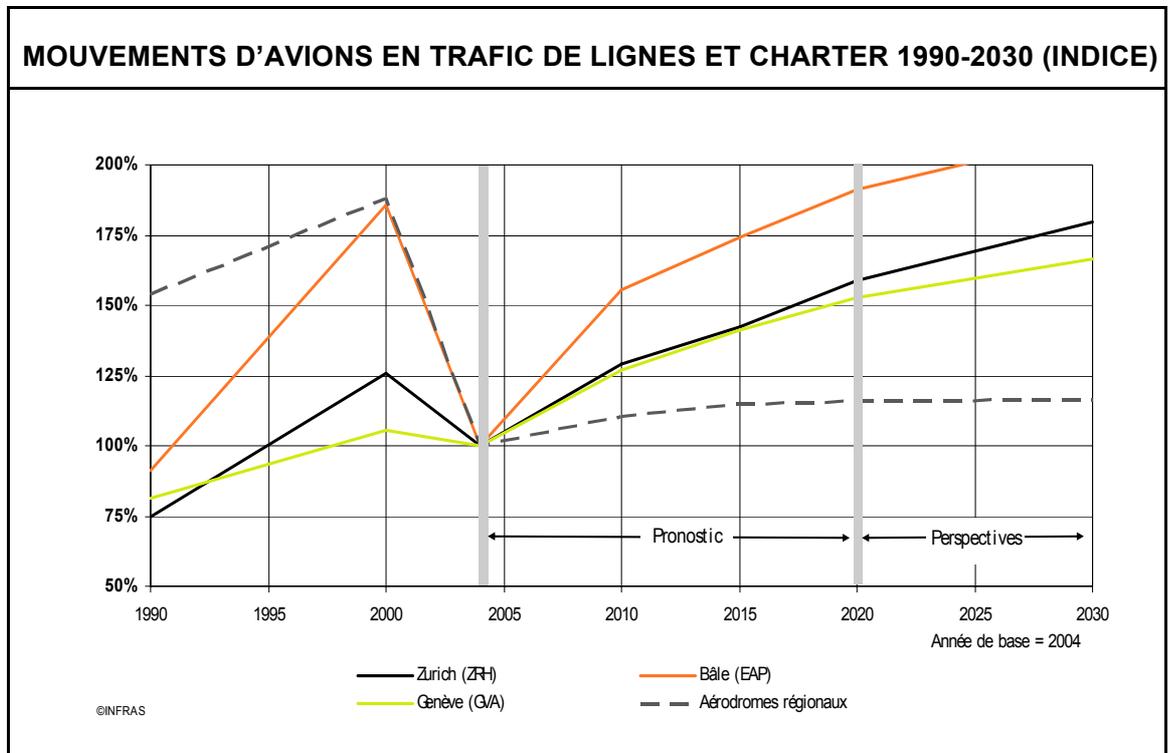
maximal ( $L_{\max}$ ). L'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) fixe la manière de déterminer le niveau d'évaluation pour les valeurs limites d'exposition. Ces indicateurs physiologiques peuvent être fixés en relation avec le nombre de personnes incommodées ou avec les surfaces exposées au bruit. Le nombre de personnes ou la surface exposés au-delà des valeurs limites établies pour un degré de sensibilité défini selon l'OPB (p.ex. VLI DSII pour les zones d'habitation) constituent les critères d'appréciation prioritaires.

En revanche, la gêne ressentie est une estimation subjective de la population, qu'il n'est pas possible de mesurer directement, mais qui se détermine au moyen d'enquêtes. Son intensité dépend, entre autres, de l'exposition au bruit (niveau de bruit de l'aviation). A l'aide de relations dose-effet, il est possible d'établir une corrélation entre charge sonore et gêne ressentie. La première peut généralement expliquer un tiers de la seconde. D'autres indicateurs prennent en compte les effets des nuisances sonores, telles les atteintes à la santé, les modifications socio-culturelles ou des effets économiques.

Force est de constater, sur un plan général, que les informations relatives aux différents aéroports et aérodromes sont relativement hétérogènes s'agissant du bruit. Seuls des scénarios prévisionnels qualitatifs de la pollution sonore peuvent être élaborés sur la base de l'analyse des différents paramètres. Dans le cadre du processus PSIA, des prévisions de bruit détaillées ont été calculées à Zurich pour un large éventail de variantes.

### **Pollution sonore en baisse grâce aux améliorations technologiques et à la diminution des mouvements à partir de 2001**

L'évolution des mouvements d'avions est un indicateur du nombre d'événements sonores. Ces mouvements ont légèrement diminué en Suisse entre 2001 et 2005, et cela a contribué à atténuer la charge sonore. Depuis, ils ont recommencé à augmenter.



**Figure 9** Evolution et prévisions des mouvements d'avions sur les aéroports nationaux et régionaux (année de base = 2004). Source: OFAC 2005b et Intraplan 2005.

Parallèlement, différents facteurs techniques ont eu des incidences positives sur la charge sonore due à l'aviation:

- › Le progrès technique axé sur la conception de moteurs et d'avions plus silencieux s'est accéléré depuis quelques décennies. Les compagnies aériennes renouvellent constamment leurs flottes et remplacent leurs vieux avions, bruyants, par de nouveaux appareils plus silencieux (détails, voir INFRAS 2006, AP2).
- › Les avancées de la technologie acoustique ont été appliquées aux flottes aériennes. On a pu, en particulier, réduire fortement les pics sonores.
- › Les améliorations apportées aux procédures d'atterrissage et de décollage (p.ex. sur l'aéroport de Bâle-Mulhouse) ont permis de juguler les émissions sonores. A Zurich, en revanche, les restrictions imposées au survol du sud de l'Allemagne (DVO) ont sensiblement péjoré la situation pour la Suisse.
- › La prolongation de l'interdiction des vols de nuit sur l'aéroport de Zurich a permis de réduire les émissions de bruit.

Cela étant, la densité de la population riveraine des aéroports et le nombre des mouvements d'avions aux heures marginales ont augmenté. Ils surcompensent à tel point les progrès apportés

sur le plan technique (moteurs et procédures d'atterrissage et de décollage) que le nombre des personnes gênées par le bruit a augmenté.

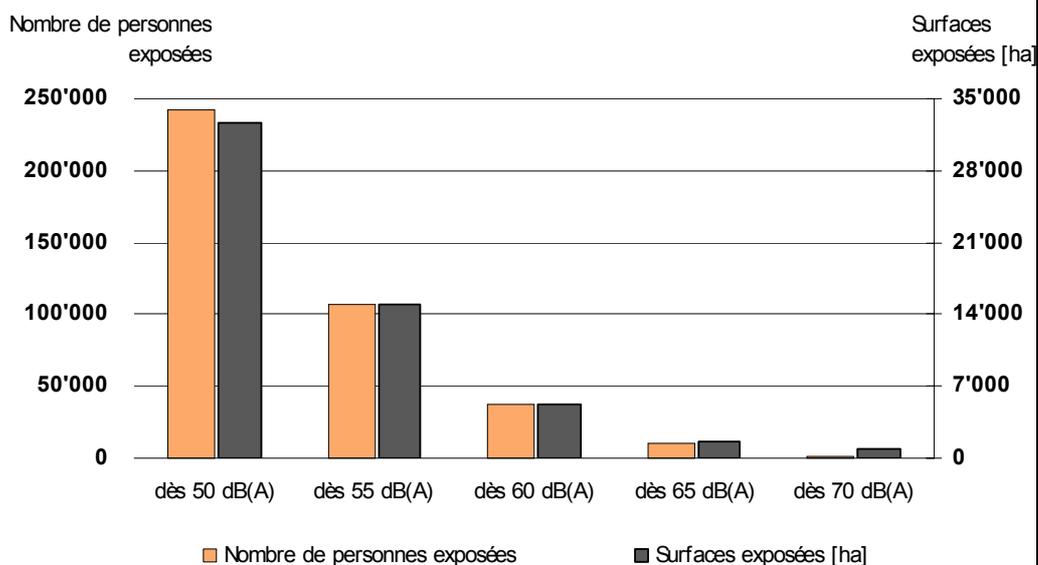
Si l'on compare les données relatives aux surfaces exposées au bruit de l'aviation en Suisse avec celles de l'étude EWI (1993), il apparaît que la charge sonore par unité de surface a baissé ces dernières années. Quant à l'évolution du nombre des personnes exposées au bruit des avions en Suisse au cours des dernières années, il n'existe pas de données exhaustives qui la décrivent.

L'analyse des données existantes fait ressortir les points suivants:

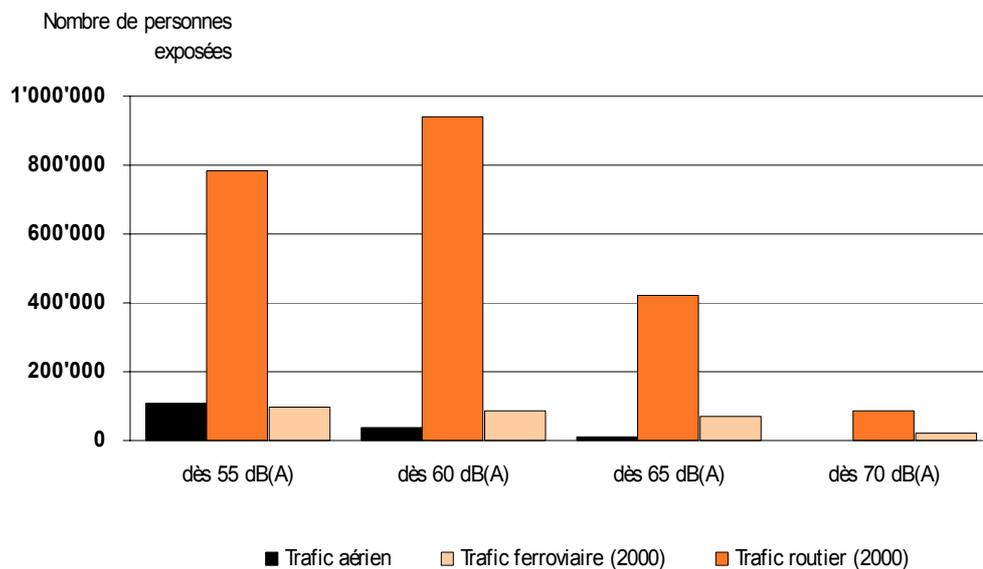
- › Les dépassements des valeurs limites d'immission (VLI) au sens de l'OPB surviennent exclusivement sur les trois grands aéroports nationaux.
- › Aujourd'hui, en Suisse, 35'100 (journée) et 38'000 personnes (nuit) sont exposées à un bruit excessif de l'aviation (c'est-à-dire au-delà des valeurs limites d'immission DS II et DS III selon l'OPB; mouvements des avions militaires non compris). Environ 2'500 personnes sont exposées au bruit des avions militaires dépassant les VLI, dont 9% hors des zones à bâtir (niveau d'évaluation  $L_{r,m}$ , données de l'aviation militaire, concept de stationnement 2010).
- › 11'300 ha (aviation civile;  $L_{eq,16}$ , état 2003) et 1'700 ha (aérodromes militaires;  $L_{r,m}$ , concept de stationnement 2010) sont exposés à des immissions acoustiques supérieures aux VLI. Les valeurs limites d'immission appliquées à l'aviation civile sont de 60 dB(A) pour le DS II pendant la journée et de 55 dB(A) pendant la nuit (niveau d'évaluation  $L_r$  pour le transport dans son ensemble, sur les aérodromes civils avec trafic de gros avions selon OPair).

En Suisse, près de 400'000 personnes vivent au voisinage des aéroports nationaux, dans des zones exposées à un niveau moyen acoustique supérieur à 50 dB(A) pendant la journée. En vertu de l'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB), les nuisances sonores sont considérées comme nocives à partir des valeurs limites d'immission (soit, pour l'aviation civile 55 dB(A) au degré de sensibilité I (DS I), et 60 dB(A) au DS II). Près de 40% de ces personnes - soit environ 160'000 personnes - sont exposées à une pollution sonore supérieure au  $L_{g,16}$  de 55 dB(A), et 13% d'entre elles sont exposées à un  $L_{eq}$  de 60 dB(A) voire supérieur. Le graphique de la page suivante montre les personnes et les surfaces exposées au bruit de l'aviation pendant la journée au voisinage des aéroports nationaux de Zurich, Bâle et Genève.

## PERSONNES ET SURFACES EXPOSÉES AU VOISINAGE DES AÉROPORTS NATIONAUX (JOUR), ET COMPARAISON ENTRE LES MODES DE TRANSPORT



### COMPARAISON ENTRE LES MODES DE TRANSPORT



**Figure 10** Nombre de personnes exposées au bruit de l'aviation au voisinage des aéroports nationaux de Bâle, Zurich et Genève. Pour Zurich et Bâle, données pour les heures entre 06.00 et 22.00 h.. (Source: EMPA 2000, EMPA 2003, AIG 2003, OFAC 2005c, EMPA 2003). Données pour Genève tirées d'une estimation de l'ODT (source pour la route et le rail: ODT 2004).

La comparaison entre les différents modes de transport montre que le trafic aérien se situe au niveau du trafic ferroviaire. Mais, ensemble, ces deux modes de transport touchent, acoustiquement parlant, nettement moins d'habitants que le trafic routier.

Les effets psychiques du bruit sont généralement accompagnés de réactions physiques, en particulier de réactions de stress. Une exposition élevée permanente ou une exposition de longue durée au bruit de l'aviation (même en dessous du seuil à partir duquel des lésions auditives peuvent se produire) peut nuire à la santé et rendre malade. L'étude allemande «Fluglärmwirkungen» (UBA 2000) mentionne les atteintes suivantes:

- › gêne,
- › lésions auditives,
- › bruit comme facteur de risque de déclenchement de troubles cardio-vasculaires,
- › troubles du sommeil dus au bruit.

### **La gêne subjective due au bruit des avions de lignes et des charters augmente**

Dans les recherches sur les effets du bruit, plusieurs méta-analyses ont été réalisées au fil du temps, afin d'établir sous forme de série chronologique la relation entre la proportion de personnes très exposées (%HA = highly annoyed) et la charge sonore de l'aviation. Il existe des indices (p.ex. Guski 2003) montrant que, à niveaux acoustiques comparables, la population est devenue plus sensible au bruit des avions ces dernières années. Un taux de HA de 25% résultait d'une charge sonore (L<sub>dn</sub>) de 68 dB(A) en 1965, de 62 dB(A) en 1990 et de 53 dB(A) en 2001. Des comparaisons<sup>1</sup> effectuées en Suisse (Wirth 2004) montrent que ces dix dernières années, la gêne subjective (gêne ressentie pour un bruit donné) avait augmenté au voisinage de l'aéroport de Zurich.

Il est difficile de savoir si cette observation est influencée par une plus grande sensibilité générale des personnes concernées et/ou par les incertitudes politiques et économiques actuelles liées au transport aérien dans la région zurichoise. On peut admettre que des changements brusques du règlement d'exploitation et du nombre de mouvements d'avions peuvent modifier plus sensiblement l'effet incommode du bruit de l'aviation que des changements progressifs. Reste à savoir si l'évolution observée de la sensibilité au bruit de l'aviation se constate aussi sur les aéroports nationaux de Bâle et Genève.

<sup>1</sup> Comparaison entre l'étude «Fluglärmstudie 2000» et les deux études antérieures de Oliva 1995 et de la «Arbeitsgemeinschaft für sozio-psychologische Fluglärmuntersuchungen» 1974.

Il est très probable que les éléments difficiles à mesurer de la gêne due au bruit ont gagné en importance en raison de différents facteurs:

- › au premier chef, l'adaptation des procédures d'approche à Zurich (DVO),
- › la charge plus forte aux heures marginales de la journée (6.00–7.00 et 21.00–22.00 heures) et de la nuit (22.00–06.00 heures),
- › le survol de régions sensibles,
- › les incertitudes relatives à la version définitive du règlement d'exploitation,
- › l'attitude fondamentale des riverains face au transport aérien et à l'aéroport.

### **Gêne ponctuelle due aux mouvements d'avions de la GA dans le massif alpin**

A l'exception de ceux de Sion (exploité conjointement par les militaires) et de Lugano, les aérodromes régionaux et les champs d'aviation occasionnent des dépassements minimes des valeurs limites de bruit. L'OPB ordonne que des mesures appropriées soient mises en œuvre en cas de dépassement.

Les mouvements des avions de l'aviation générale (GA) dans le massif alpin sont essentiellement le fait d'hélicoptères, dont l'engagement dépend moins de la météo que les petits avions à voilure fixe. 95% des mouvements se font hors des places d'atterrissage en montagne. Sur les 42 places officielles, la courbe du trafic est en forte corrélation avec les conditions météorologiques. Grosso modo, une moyenne de 140 avions ou hélicoptères atterrissent et décollent chaque jour sur ces terrains. Etant donné qu'une grande partie des vols s'y déroulent par beau temps, la charge sonore y sera nettement plus forte ces jours-là.

### **Charge sonore due à l'aviation militaire**

Jusqu'en 2004, un nombre respectable de mouvements d'avions militaires ont été supprimés (p.ex. diminution d'env. 60% des mouvements d'avions à réaction). Parallèlement, plusieurs aérodromes militaires ont été fermés. Depuis 2006, les avions à réaction décollent essentiellement des aérodromes d'Emmen, de Meiringen, de Payerne et de Sion, ce qui a permis de regrouper les mouvements de ces avions. Les vols des F/A-18 Hornet vont toutefois augmenter en moyenne de 20% d'ici en 2010 sur les bases de Meiringen, Payerne et Sion. Suivant les fluctuations des mouvements des F/A-18 sur ces aérodromes, il est possible que la charge sonore augmente. A l'exception de Dübendorf, les vols d'hélicoptères vont augmenter sur tous les aérodromes militaires restants (croissance d'env. 25%).

### Estimation de l'évolution future

L'évolution future du bruit dépend, d'une part, de celle du nombre de décollages et d'atterrissages, et, d'autre part, du développement technique et de la composition de la future flotte aéronautique. L'augmentation du nombre de mouvements tend à accroître le bruit, le développement technique, à le réduire. Pour ce qui est de la première, on prend pour référence le scénario «Trend» d'Intraplan. L'accroissement des mouvements d'avions axé sur la demande qui y est considéré par hypothèse présuppose des extensions de la capacité des aéroports nationaux. Sans elles, le scénario envisagé par Intraplan ne serait pas réaliste.

Selon le scénario «Trend», il faut s'attendre à une croissance de la charge sonore. Mais comme les régimes d'approche et les courbes journalières ont eux aussi une incidence critique sur l'analyse, toute affirmation sur l'évolution future du bruit est entachée de très grandes incertitudes si elle n'est pas fondée sur des modèles mathématiques. Certes, le bruit va demeurer un paramètre critique dans le futur. Mais, parallèlement, il faut considérer que, dans le transport aérien, la charge sonore et la gêne ressentie sont localisées (au voisinage des aéroports nationaux). Sur un plan général, outre le nombre des mouvements d'avions et la technique, ce sont surtout les règlements d'exploitation (trajectoires de vol, horaires) qui ont une incidence notable sur le bruit, et partant sur l'appréciation de la durabilité de l'aviation.

En résumé, la charge sonore future dépend des considérations suivantes:

- › Il existe des facteurs qui tendent à abaisser la charge sonore future, et d'autres, à l'augmenter. L'effet net, en relation avec le nombre de personnes ou les surfaces touchées, est difficile à estimer sans modèles mathématiques concrets.
- › Le potentiel de réduction dû aux améliorations techniques est notable: l'application de la meilleure technologie disponible dans la construction aéronautique et les moteurs permet de viser une diminution 10 dB(A) des émissions de bruit d'ici à 2020 (CONSAVE 2005).
- › Les procédures optimisées d'approche et de décollage ont une action positive, de même que les mesures d'aménagement du territoire et d'isolation acoustique. Cela devrait permettre de réduire le nombre des personnes exposées au bruit, en particulier de celles qui le sont à des intensités dépassant les valeurs limites d'immission ou les valeurs d'alarme. Des mesures de nature à rétablir la confiance peuvent en outre atténuer la gêne subjective provoquée par le bruit.
- › Intrinsèquement, la croissance pronostiquée des mouvements d'avions sur les aéroports nationaux occasionne une plus grande charge sonore dans l'hypothèse où tant la flotte aéronautique que les procédures d'approche et de décollage restent les mêmes qu'aujourd'hui. L'augmentation du niveau acoustique permanent en 2020 va être de l'ordre de +2,4 dB(A). La

modernisation escomptée de la flotte compense une partie de cette augmentation. On estime qu'au bilan, le bruit de l'aviation mesuré sur les aéroports nationaux va toutefois continuer à croître parce que, tant en 2020 qu'aujourd'hui, la flotte aéronautique sera composée d'avions de différents âges, dotés de standards techniques différents eux aussi.

- › Le nombre croissant de mouvements d'avions sur les aéroports nationaux va provoquer une charge accrue de bruit aux heures actuellement de faible affluence. Ce constat vaut en particulier pour l'aéroport de Zurich. Il peut en résulter une tendance à une amplification des nuisances sonores.
- › L'optimisation des concepts d'exploitation (procédures d'approche et de décollage) porte en elle un grand potentiel de réduction du nombre de personnes exposées au bruit. Quant à savoir si elle aura des effets positifs sur les nuisances sonores, cela dépendra beaucoup des conditions-cadre et des procédures effectives. Cette optimisation constitue donc un grand défi technique et politique, et est un élément capital du processus PSIA en cours.
- › Sur les aérodromes régionaux, les prévisions de croissance des mouvements d'avions jusqu'en 2020 (+16%) sont plus modérées. On peut admettre que l'effet de cet accroissement des mouvements y sera compensé par les progrès techniques.
- › Deux scénarios décrivent l'évolution de l'aviation générale. Si les mouvements d'avions se poursuivent à un niveau proche de ces dernières années, il n'en résultera pour ainsi dire pas de charges sonores plus élevées, ni de dépassements des valeurs limites de l'OPB. En revanche, si la croissance devait être plus soutenue et dépasser 30% d'ici 2030, il faut s'attendre à ce que la charge de bruit augmente à tel point sur certains aérodromes qu'elle pourrait en arriver à dépasser les valeurs limites, en particulier si le trafic des avions d'affaires (business jets) s'accroît.
- › Les scénarios des mouvements de l'aviation générale dans l'arc alpin font état d'une tendance à la stagnation. Les nuisances devraient donc rester à peu près stables au voisinage des places d'atterrissage en montagne. On pourrait observer de légères améliorations des charges sonores moyennant une concentration des mouvements (notamment dans le cas de missions de travail) et l'observation de distances minimales aux montagnes. L'OFAC a intégré la problématique des nuisances sonores sur les places d'atterrissage en montagne dans le processus PSIA. En juin 2007, le Conseil fédéral a adopté à cet effet un concept (OFAC 2007b), lequel sera appliqué dans le cadre de l'examen et de l'optimisation de toutes les places d'atterrissage en montagne.
- › Il n'existe pas d'étude prévisionnelle de l'aviation militaire et de son évolution postérieure à 2010. On peut toutefois admettre que, la situation politique restant stable, l'aviation militaire

va être maintenue et fonctionner dans un cadre similaire. Les qualités acoustiques des nouveaux avions et hélicoptères seront ici également un facteur déterminant. Et comme ce sont surtout les performances de vol qui comptent pour les avions et les hélicoptères militaires, il est possible que les futurs aéronefs soient aussi bruyants que les actuels. On peut donc penser que la charge sonore de l'aviation militaire ne diminuera quasiment pas après 2010.

## 5.2. POLLUTION LOCALE ET REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT

### **Baisse des émissions et des immissions du transport aérien**

Les émissions de polluants atmosphériques du transport aérien ont tendance à suivre l'évolution du nombre des mouvements d'avions en Suisse, et présentent ainsi également un pic en 2000.

Les immissions de NO<sub>x</sub> et de PM<sub>10</sub> provenant de diverses sources (aviation, circulation automobile, chauffages, etc.) se superposent dans une mesure considérable et sont en plus influencées par les conditions climatiques. Les données livrées par les lieux de mesure en service montrent une corrélation entre les mouvements d'avions et les immissions (Unique).

Les immissions de NO<sub>2</sub> sur l'aéroport de Zurich ont dépassé la valeur limite de 30 µg/m<sup>3</sup> en 1999/2000, puis lui ont été inférieures entre 2001 et 2004. On peut admettre que cette baisse est partiellement due au recul du nombre de mouvements d'avions à partir de 2001.<sup>2</sup> A la différence de l'aéroport de Zurich, les immissions de NO<sub>2</sub> mesurées (côté piste) sur l'aéroport de Genève ont augmenté de quelque 15% entre 1999 et 2004 (avec une brève diminution en 2001). Des études des immissions de NO<sub>2</sub> au voisinage de l'aéroport de Zurich ont montré que par les effets de dilution, la pollution de l'air générée par l'exploitation de l'aéroport est relativement minime dans les communes voisines. Sa part oscillait entre 1 et 5 µg de NO<sub>2</sub> par m<sup>3</sup> d'air.

Les immissions de PM<sub>10</sub> sur l'aéroport de Zurich ont diminué entre 2002 et 2004. Les moyennes annuelles se situaient comme d'habitude au-dessus des valeurs limites, et, en 2004, les moyennes journalières ont été dépassées pendant 14 jours. On ne peut pas chiffrer l'apport quantitatif de l'aéroport à la charge totale de PM<sub>10</sub>, mais elle est plus faible que celle des autres modes de transport.

Les émissions d'odeurs des aéroports ne sont en général techniquement détectables que jusqu'à quelques centaines de mètres autour de ceux-ci. Plus on s'en éloigne, et plus elles se mélangent à d'autres immissions, à tel point que l'on ne peut plus en distinguer les origines.

<sup>2</sup> Mais un recul de la demande conduit aussi à un ralentissement de la modernisation de la flotte des compagnies aériennes.

### **Part élevée des TP dans le trafic de desserte des aéroports nationaux**

Outre celles provenant du trafic aérien, le transport aérien génère d'autres émissions polluantes inhérentes aux activités non liées aux vols. On y recense surtout les émissions polluantes du trafic terrestre induit ainsi que celles de l'exploitation de l'aéroport (infrastructure et formalités, sans le trafic aérien). Bien que les aéroports nationaux soient bien desservis par le réseau de transports publics (TP), la charge que le trafic induit à leur proximité exerce sur le réseau routier est conséquente (bonnes possibilités de stationnement pour les passagers et le personnel, bonne desserte routière, taxis jusqu'au centre-ville). Les atteintes à l'environnement (polluants atmosphériques et bruit) sont très élevées dans les zones proches des aéroports et vont souvent encore augmenter. Cependant, dans le cas de l'aéroport de Zurich, on a pu, ces dernières années, accroître la part des passagers d'avions empruntant les transports en commun pour s'y rendre. Actuellement, cette part se situe à environ 60% (Unique, 2005). Pour l'avenir, il sera capital de continuer à améliorer la qualité de la desserte des aéroports nationaux et des grands aéroports régionaux par les TP.

### **Diminution de la pollution du sol et des eaux**

Les mesures techniques apportées aux avions et à l'infrastructure au sol à des fins de protection de l'environnement ont contribué à réduire les atteintes écologiques locales dans de nombreux domaines: économies d'eau et d'énergie, pollution qualitative et quantitative des eaux et du sol, imperméabilisation du sol, déchets, etc. Il est probable que d'autres efforts seront consentis dans ce domaine (p.ex. en ce qui concerne la pollution des eaux due aux opérations de dégivrage). On peut donc admettre que les atteintes écologiques locales causées au sol et aux eaux par le transport aérien vont continuer à diminuer.

### **Occupation importante des surfaces et incidence sur le paysage et les biotopes**

Les aérodromes suisses occupent une superficie totale de 45,2 km<sup>2</sup>. Les trois aéroports nationaux en couvrent 43% (19,5 km<sup>2</sup>), les aérodromes militaires, environ un tiers. Une partie considérable de cette surface est composée de terrains non imperméables et de grande valeur écologique tels que prairies, marais, cours d'eau, etc. Ces surfaces perméables constituent souvent un biotope intéressant pour la faune et la flore. En revanche, les surfaces construites sont problématiques car elles sont synonymes de rétrécissement des zones à disposition du monde végétal et animal. Sur les seuls aéroports nationaux, rien moins que 8,5 km<sup>2</sup> sont des sols imperméables (soit 40% de leur surface). Les terrains imperméables des aérodromes suisses totalisent 13 km<sup>2</sup>

environ. Cette surface imperméabilisée à cause du transport aérien peut cependant être qualifiée de minime comparativement à celle qu'occupent les autres modes de transport.

Selon les fiches de conflits élaborées par le DETEC pour les places d'atterrissage en montagne, 22 d'entre elles sont considérées comme problématiques du point de vue de la protection de la nature et du paysage, et nécessitent un examen détaillé. L'OFAC en a reconnu les problèmes et a mis en route des travaux ciblés en vue d'élaborer des solutions. Le projet et la détermination des mesures à prendre dans ce cadre ont été menés avec le concours des groupes d'usagers et des organisations de protection de la nature et du paysage (OFAC 2007b).

Dans le futur, ces nuisances pourront encore augmenter (surtout en raison de la plus grande sensibilité des personnes, mais aussi du fait de l'accroissement du nombre total de mouvements d'avions). Deux éléments seront déterminants: tout d'abord, la manière dont les milieux politiques mettront en application les prescriptions existantes sur la protection de la nature et du paysage, ensuite, la question de savoir si d'autres mesures de limitation de la charge seront instaurées dans les zones sensibles.

Grâce à la suppression d'aérodromes militaires, des surfaces importantes seront toutefois libérées pour d'autres usages (p.ex.: aérodromes de Dübendorf, Interlaken).

### 5.3. EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES ET CHARGE SUR LE CLIMAT

#### **Position dominante du trafic de lignes et charter**

Les émissions peuvent être divisées, d'une part, en gaz à effet de serre, comme le CO<sub>2</sub> et les oxydes d'azote pendant la phase de croisière (NO<sub>x</sub> Cruise) et, d'autre part, en polluants atmosphériques proches du sol, tels les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le monoxyde de carbone (CO) ainsi que les composés organiques volatils (COV) émis pendant les phases d'atterrissage et de décollage. Sur un plan général, les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques suivent le nombre de mouvements d'avions. Elles présentent un pic en 2000 dans le trafic de lignes et le trafic charter, de même que dans l'aviation générale, puis diminuent sensiblement les années suivantes à l'image de la fréquence des mouvements d'avions.

- › Les émissions locales de NO<sub>x</sub> (LTO) proviennent en priorité des décollages des avions à réaction en trafic de lignes et charter. Environ 9% sont dues à l'aviation générale sur les aéroports suisses.
- › Les émissions de COV (LTO) de l'aviation générale sont plus conséquentes. Elles représentent environ un tiers des émissions de COV (LTO) du transport aérien, lequel est responsable de 1,3 % des émissions de COV (NIR: OFEV 2007).

- › Sur la base du principe du marché intérieur (ventes de carburant en Suisse), on estime qu'en 2004, l'aviation civile a produit 4,07 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> (y c. l'aéroport de Bâle-Mulhouse). Ce chiffre représente 8,4% des émissions de CO<sub>2</sub> de la Suisse ou 21% des émissions de CO<sub>2</sub> du transport (y c. la part internationale, appelée «bunker fuel»). Presque la totalité des émissions dues à l'aviation ont été occasionnées par le trafic de lignes et de charter (notamment les grands avions à réaction). L'aviation générale, elle, est responsable de moins de 3% de ces émissions de CO<sub>2</sub> (renseignement de l'OFAC). Le principe du marché intérieur précise quelles émissions de CO<sub>2</sub> dégagées dans le monde entier résultent des pleins de carburant d'aviation effectués en Suisse. Ces émissions n'ont pas de référence nationale, leur effet sur le climat doit être considéré dans un contexte mondial.
- › Les émissions d'oxydes d'azote (pendant la phase de croisière) modifient les processus chimiques dans la troposphère et la stratosphère. Elles sont coresponsables, notamment, de la création et de la destruction de l'ozone ainsi que des processus de décomposition du méthane. Il est compliqué d'en chiffrer les différents effets à cause des multiples sources de NO<sub>x</sub> et de la complexité des processus chimiques. Cependant, en l'état actuel des connaissances, il apparaît que ce sont les effets de réchauffement du climat qui tendent à prendre le pas sur les effets de refroidissement (notamment destruction du méthane), ce qui s'explique, entre autres, par la formation d'ozone dans les couches inférieures de la stratosphère.

<b>EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ET DE GAZ A EFFET DE SERRE (2004)</b>					
	<b>NO<sub>x</sub> [t]</b>	<b>COV [t]</b>	<b>PM [t] (*)</b>	<b>CO [t]</b>	<b>CO<sub>2</sub> [t]</b>
Aviation militaire	198	53	-	1000	113
Aviation générale civile (**)	163	95	-	1862	335
Trafic de lignes et charter (EAP, GVA, ZRH)	1565	201	263	1671	3737

**Tableau 4:** Source: OFAC 2006 et Green House Gas Inventory for Switzerland (2004)

(\*) seulement données concernant le trafic de lignes et charter

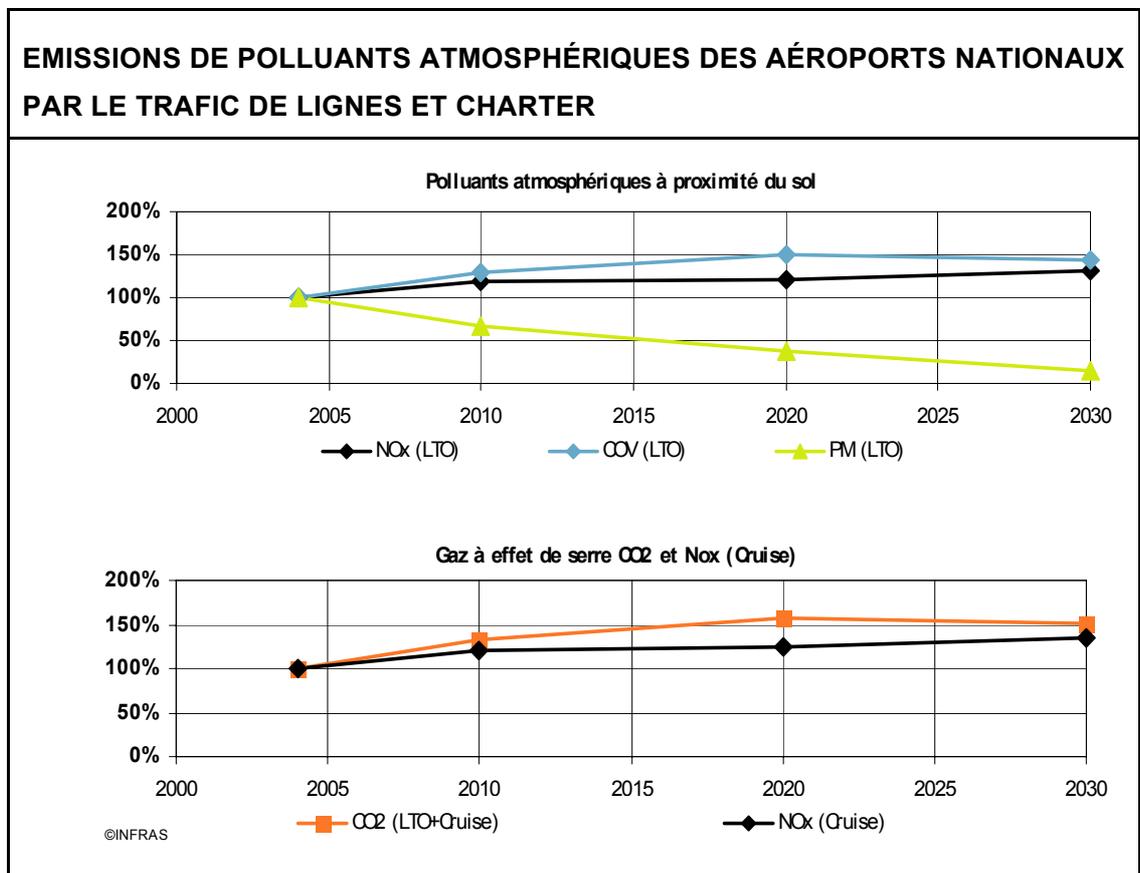
(\*\*) y c. trafic de lignes et charter sur les aéroports régionaux

### **Evolution ambivalente en raison des perspectives de croissance**

On peut admettre que la pollution totale due aux immissions de NO<sub>2</sub> et de PM<sub>10</sub> va globalement reculer en Suisse. L'apport des aéroports à ces immissions pourrait toutefois augmenter puisqu'il est très lié aux mouvements d'avions et aux améliorations techniques dans l'exploitation des aéronefs.

S'agissant des émissions du trafic de lignes et charter, on peut dresser le tableau suivant (voir figure 11) basé sur le scénario «Trend» (Intraplan 2005):

- › Les émissions de NO<sub>x</sub> (LTO) vont augmenter jusqu'en 2010, puis rester pratiquement constantes entre 2010 et 2020 grâce aux améliorations technologiques apportées aux moteurs. A partir de 2020, leur courbe va à nouveau croître car on n'attend pas de nouvelles améliorations techniques des moteurs.
- › Les émissions de COV augmentent jusqu'à leur point culminant en 2020. Elles devraient diminuer légèrement par la suite.
- › S'agissant des PM<sub>10</sub>, on s'attend à une forte amélioration de la part de celles produites par les moteurs (c'est-à-dire exclusivement abrasion et courants tourbillonnaires). Les émissions de PM<sub>10</sub> devraient diminuer de 90% d'ici à 2030.
- › Les prévisions et les perspectives concernant les émissions de CO<sub>2</sub> et la consommation de carburants montrent que la croissance des mouvements d'avions est plus rapide que la progression de l'efficacité énergétique. Il ressort des modèles mathématiques que les émissions de CO<sub>2</sub> baisseront légèrement à partir de 2020.
- › La figure 11 illustre la problématique des émissions de NO<sub>x</sub> des grands avions à réaction à haute altitude et de leur incidence sur le climat. Grâce au développement technique (technologie des moteurs), les émissions de NO<sub>x</sub> vont se ralentir entre 2010 et 2020, mais vont recommencer à augmenter par la suite.



**Figure 11** Emissions de polluants atmosphériques (LTO et Cruise) du trafic de lignes et charter des trois aéroports nationaux (EAP, GVA, ZRH) pour le scénario «Trend». Source: calculs INFRAS sur la base des coefficients d'émission de l'OFAC (2006).

Il n'existe pas de prévision de l'évolution des émissions de polluants atmosphériques de l'aviation générale. Le potentiel technique n'a pas encore été épuisé pour les deux polluants déterminants que sont les COV et le CO. Suivant l'évolution de ce segment (croissance ou évolution constante, voir Intraplan 2005), les émissions polluantes pourront augmenter ou même diminuer en proportion des améliorations techniques. Les émissions de CO<sub>2</sub> évolueront probablement moins rapidement que les mouvements d'avions. On admet que l'efficacité des carburants utilisés dans l'aviation générale s'améliorera à peu près autant que pour les avions de ligne, à savoir de 11% jusqu'en 2030.

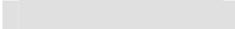
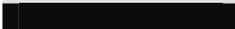
Entre 1990 et 2004, les émissions de polluants atmosphériques dues aux mouvements d'avions militaires ont reculé de 41% pour les NO<sub>x</sub> (à env. 198 tonnes), de 29% pour les COV (à env. 53 tonnes) et d'un quart pour le CO, à env. 1000 tonnes. La planification des besoins jusqu'en 2009 donne à penser que ces tendances à la baisse ne se poursuivront pas, car, d'une part, les activités aéronautiques considérées restent relativement stables et, d'autre part, il n'est pas

possible de réduire davantage les coefficients d'émission. Il n'existe pas de données pour la période postérieure à 2010. Mais on peut admettre que les activités aéronautiques – l'aviation militaire remplissant les mêmes tâches – ne vont quasiment pas diminuer, et que la technologie des avions et des hélicoptères de combat ne va pas être optimisée dans l'optique de la pollution atmosphérique. L'un dans l'autre, les émissions futures de polluants atmosphériques devraient rester constantes dans ce secteur. Entre 1990 et 2004, les émissions de CO<sub>2</sub> de l'aviation militaire suisse ont diminué de 90'000 tonnes, soit de 46%, pour atteindre 110'000 tonnes. Selon la planification des besoins de l'aviation militaire, cette tendance ne va pas se poursuivre. On estime que la consommation de carburant va demeurer pratiquement stable ces cinq prochaines années.

## 5.4. APPRÉCIATION GÉNÉRALE

Les tableaux ci-après récapitulent les nuisances environnementales. Par souci de clarté, on les a subdivisées en deux volets, le bruit et l'environnement (sans le bruit).

Appréciation actuelle:

	Développement durable
	Déficits légers
	Déficits importants

<b>APPRÉCIATION GLOBALE DE LA DIMENSION BRUIT (BASE SCÉNARIO TREND)</b>				
<b>Postulats et Indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle</b> <i>(voir pages)</i>	<b>Evolu-tion future</b>	<b>Appré-ciation globale <sup>1)</sup></b>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
<b>Postulat 1: réduire au minimum la charge et la gêne dues au bruit de l'aviation</b>				
Evolution technique de la flotte aérienne	(voir p. 43)	<b>+</b>	Positive	L'OACI et la politique européenne ont des possibilités d'agir (mesures basées sur les mécanismes de marché), de même que l'industrie aéronautique et les compagnies aériennes en tant que commanditaires. La voie vers la réduction peut être plus ou moins rapide.
Mouvements d'avions civils	(voir p. 43)	<b>-</b>	Tendance négative	Dépend de l'évolution du transport aérien mondial et de la conjoncture.
Evolution de la population au voisinage des aéroports	(voir p. 43)	<b>- jus-qu'à 0</b>	Tendance positive	Collaboration entre Confédération, cantons et communes, principaux acteurs. En tant qu'instrument, l'aménagement du territoire peut influencer cette évolution, p.ex. par le changement d'affectation de zones résidentielles en zones industrielles dans des régions très exposées au bruit, ou en intégrant la prévention contre le bruit dans les mesures d'extension des capacités.
Règlements d'exploitation		<b>0 à +</b>	Tendance positive	Confédération, cantons et communes en interaction avec exploitants d'aéroports. Les règlements d'exploitation dépendent de la politique, de l'infrastructure et de la technique. Fort potentiel de réduction de la charge du bruit. Influence floue sur la gêne.
Mouvements d'avions militaires		<b>0</b>	Tendance positive	Aviation militaire et politique. Désignation d'autres zones sensibles, entraînement accru à l'étranger.
Perception de la gêne due au bruit de l'aviation	(voir p. 43)	<b>0</b>	Tendance négative	Politique et exploitants d'aéroports ayant une influence via l'instauration de certitudes dans la planification. Dépend des nuisances sonores générales, des décisions politiques et de la politique d'information.
Evolution du Leq du trafic de lignes et charter	(voir p. 50f)	<b>0</b>	Tendance négative	Politique avec principes aéronautiques. Très liée aux capacités, aux règlements d'exploitation (y c. Single European Sky comme chance) et à la technique. Charge moindre pour le scénario «No Hub».
Evolution du Leq et nuisances GA	(voir p. 50f)	<b>0</b>	Tendance négative	Les problèmes des vols en montagne demeurent; tendance à la stabilité des mouvements d'avions. Actions possibles par la Confédération (OFAC et aviation militaire).

Tableau 5

Le tableau ci-après synthétise l'appréciation des autres nuisances écologiques.

<b>APPRECIATION GLOBALE DE LA DIMENSION «AUTRES NUISANCES ÉCOLOGIQUES» (BASE SCÉNARIO TREND)</b>				
<b>Postulats et Indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle</b> <i>(voir pages)</i>	<b>Evolu-tion future</b>	<b>Apprécia-tion glo-bale <sup>1)</sup></b>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
<b>Postulat 2: abaisser à un niveau inoffensif à long terme les nuisances écologiques locales et régionales</b>				
Emissions de NO <sub>x</sub> , COV dues au trafic aérien	(voir p. 52 et p. 54)	-	Tendance négative	Incombe à la politique des transports. Le problème est atténué par la régression possible de la charge polluante de base. Single European Sky comme chance.
Emissions de PM <sub>10</sub> dues au trafic aérien	(voir p. 52 et p. 54)	+	Tendance positive	Mesures possibles par l'industrie aéronautique internationale. Le progrès technique dans la construction des moteurs permet une forte réduction des émissions de PM <sub>10</sub> .
Emissions non dues au trafic aérien (trafic terrestre induit, exploitation aéroport)	(voir p. 53)	0	Tendance positive	Les possibilités d'agir se situent surtout à l'échelon de la politique des transports. Le progrès technique réduit les émissions par véhicule. Parallèlement croissance du nombre de passagers. Le développement de la desserte des aéroports par les TP est capital.
Pollution du sol	(voir p. 53)	+	Positive	Incombe à la politique et aux exploitants d'aéroports. Pollution globale minime. L'extension des pistes augmenterait la surface occupée et l'imperméabilisation du sol.
Pollution des eaux	(voir p. 53)	+	Tendance positive	Incombe à la politique et aux exploitants d'aéroports. Meilleure récupération et épuration des dégivants et des eaux météoriques.
Influence sur le paysage et les biotopes	(voir p. 53)	-	Tendance négative	Confédération, cantons et communes en interaction avec exploitants d'aéroports. Les extensions possibles des capacités et l'augmentation des mouvements d'avions dans les zones sensibles sont des risques (GA, héliski).
<b>Postulat 3: ménager le climat et les ressources</b>				
Emissions de gaz à effet de serre (CO <sub>2</sub> etc).	(voir p. 54)	-	Négative	Grand défi. Options d'action dans le discours des acteurs suisses avec la politique européenne (intégration du trafic aérien dans l'ETS, réalisation du Single European Sky; approche à plusieurs piliers). La croissance des mouvements d'avions dépasse les améliorations futures de l'efficacité.

<b>APPRECIATION GLOBALE DE LA DIMENSION «AUTRES NUISANCES ÉCOLOGIQUES» (BASE SCÉNARIO TREND)</b>				
<b>Postulats et Indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle (voir pages)</b>	<b>Evolu-tion future</b>	<b>Apprécia-tion glo-bale <sup>1)</sup></b>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
Emissions de NO <sub>x</sub> au-dessus de la tropopause <sup>3</sup>	(voir p. 54)	-	Tendance négative	Industrie aéronautique et compagnies aériennes en tant que commanditaires, ainsi que politique de redevance en tant qu'options d'action. Problème pour les gros avions.

Tableau 6

## 6. LA DIMENSION SOCIALE

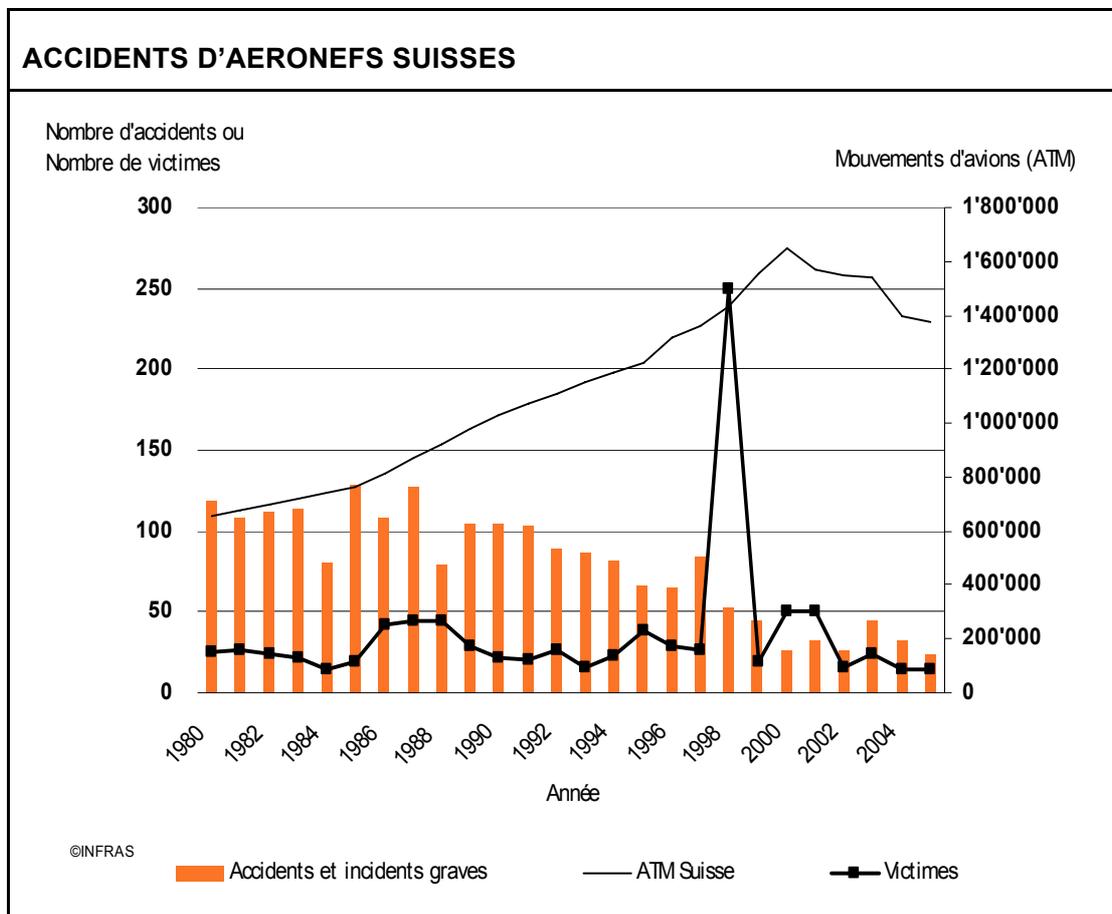
Les indicateurs sont moins nombreux pour la dimension sociale que pour les deux autres dimensions du développement durable. De plus, la base scientifique est beaucoup moins large pour cerner les aspects à considérer.

### 6.1. SÉCURITÉ

#### **Sécurité aérienne croissante, nombre d'accidents en baisse**

La sécurité a toujours occupé une place prépondérante dans le trafic aérien. Les statistiques montrent qu'elle est très grande dans le transport aérien, et qu'elle continue à s'améliorer en dépit du volume croissant du trafic, et ce, aussi bien en Suisse que partout ailleurs dans le monde. Si elle est également plus élevée que dans les autres moyens de transport, force est néanmoins de constater que, du point de vue social, certains événements peuvent générer de vifs débats à son sujet comme l'ont montré les grandes catastrophes qui ont touché l'aviation suisse au tournant du siècle (Stadlerberg, Halifax, Nassenwil, Bassersdorf), ou encore l'accident d'Überlingen (D), qui a coûté la vie à 71 personnes dans l'espace aérien contrôlé par Skyguide.

3 La mesure à long terme des effets sur le climat par d'autres paramètres que le CO<sub>2</sub> en est encore au stade de la recherche, de même que les dimensions spatiales et temporelles de ces impacts climatiques. On peut admettre que les effets des émissions actuelles de NO<sub>x</sub> sur le climat seront neutralisés en quelques années, c'est-à-dire qu'ils ne dureront pas plus de cent ans comme les effets du CO<sub>2</sub>.



**Figure 12** Accidents d'aviation et incidents graves d'aéronefs suisses et nombre de victimes, y c. aviation légère. Source: OFS 2006.

### Dépenses croissantes pour la sûreté aérienne

A l'instar d'autres moyens de transport ouverts au public, le transport aérien est exposé aux attaques terroristes. La question de la sûreté aérienne a gagné en actualité d'une manière tragique avec les attentats terroristes du 11 septembre 2001 aux Etats-Unis et les opérations du réseau Al Qaïda. Les dispositifs de sûreté (notamment les «security check») se sont considérablement renforcés partout dans le monde. Parallèlement, l'évolution de l'épidémie de SRAS a mis en relief la capacité potentielle du transport aérien de propager des maladies facilement transmissibles. L'alerte terroriste d'Heathrow à Londres en août 2006 en est un autre exemple. Depuis, l'UE a renforcé les prescriptions de sûreté relatives aux bagages à main (liquides).

Ce qui est important du point de vue social, c'est que ces menaces génèrent des coûts importants pour le transport aérien proprement dit, à savoir, d'une part, des coûts liés aux mesures de sûreté pour les exploitants, d'autre part, des coûts en termes de perte de temps et de confort pour les passagers aériens. En 2005, les coûts des mesures de sûreté se sont élevés à 78,3 mil-

lions de francs pour Unique. Ce montant couvre essentiellement (90%) les dépenses de la police cantonale zurichoise, le reste étant imputable à des tiers. Les coûts liés à la sûreté sont générés par le contrôle des passagers et des collaborateurs, par le contrôle des bagages, par la sûreté générale ainsi que par la gestion du trafic. Leur augmentation ces dernières années est principalement due à l'entrée en vigueur des réglementations de l'UE en matière de sûreté, qui ont également un caractère contraignant pour la Suisse (rapport d'activité de Unique). Dans l'UE et aux Etats-Unis, les coûts des mesures de sûreté sont partiellement pris en charge par l'Etat, alors qu'en Suisse, ils sont entièrement financés par les redevances aéroportuaires.

## 6.2. PROMOTION DE LA MOBILITÉ

### **Bonne accessibilité grâce à une bonne desserte**

La qualité de l'accès aux aéroports nationaux varie fortement suivant les régions.. L'accessibilité est notamment plus mauvaise pour les régions reculées du pays que pour celles du Plateau suisse. Cependant, une grande partie de la population suisse peut atteindre un de ces aéroports dans un délai de deux heures, que ce soit par la route ou le rail, quand bien même le déplacement peut prendre plus de trois heures avec les transports publics depuis les régions de montagne, alors qu'il faut compter entre 15 minutes et 2 heures depuis les grands centres urbains.

Les riverains d'aéroports et d'aérodromes ne sont pas plus demandeurs de vols que les autres. Le profil de la fréquence des vols effectués au cours des 5 dernières années varie peu entre les grandes régions. Environ 30% des personnes résidant en Suisse n'ont jamais pris l'avion ces cinq dernières années (Microrecensement 2000).

Dans l'ensemble, la desserte des aéroports nationaux et des aérodromes régionaux peut être qualifiée de bonne en Suisse. On n'y observe pas de différences régionales significatives dans l'utilisation des prestations de transport aérien.

### **Bon accès pour toutes les couches sociales grâce à des prix à la baisse**

La baisse des prix des vols due à la concurrence croissante, notamment à cause de l'arrivée sur le marché des compagnies à bas prix, explique une bonne partie de cette évolution, parce qu'on y trouve souvent des offres plus avantageuses que les alternatives possibles (train) sur certains axes.

La libéralisation du marché a fait que, de produit de luxe, le transport aérien est devenu un bien de grande consommation, partie intégrante des transports publics. A priori, cette «démocratisation» peut être qualifiée de socialement positive. Elle a permis aux couches moins favorisées

de la population d'avoir, elles aussi, accès à l'avion, tout en faisant grimper les taux de croissance. Mais avec les compagnies à bas tarifs, ce ne sont pas seulement les prix des prestations aéronautiques qui ont baissé. Le produit lui-même a changé. A l'instar d'autres marchés (p.ex. le commerce de détail), les fournisseurs se sont mis à orienter davantage leurs palettes de produits sur les préférences de diverses classes de revenus.

### 6.3. EFFETS AUX ABORDS DES AÉROPORTS

#### **Santé et bien-être: restrictions sociales à l'exemple de l'aéroport de Zurich**

Certes, d'après les indicateurs objectifs, la santé et le bien-être de la population se sont améliorés au voisinage des aéroports suisses, sauf à Zurich en raison de la DVO. Pourtant, d'un point de vue subjectif, c'est le contraire qui se produit si l'on se réfère à la gêne ressentie face au bruit (tout au moins dans la région de l'aéroport de Zurich). Or c'est ce critère qui est déterminant du point de vue social, et cela montre que le bien-être et la gêne due au bruit sont des indicateurs difficiles à manier. Un autre risque subjectif est celui des chutes d'avions: pas vraiment perçu comme un problème permanent, il est toutefois influencé par des événements ponctuels.

L'évolution peut être illustrée à l'aide de chiffres structurels représentatifs de certaines communes aéroportuaires, qui font ressortir des points communs et des différences entre celles-ci. L'évolution est surtout très marquée dans la région zurichoise:

- › On note en principe une forte croissance démographique, généralement supérieure à la moyenne cantonale, dans les communes voisines d'aéroports.
- › La proportion d'étrangers est nettement supérieure à la moyenne cantonale dans les communes très bruyantes.
- › Certaines communes ont un nombre respectable de postes de travail.
- › Dans certaines communes, les recettes fiscales des personnes morales sont élevées. Il s'agit surtout des communes à vocation résidentielle qui se sont reconverties en lieux de travail, et qui cherchent à tirer parti de leur proximité d'un aéroport en dépit des fortes nuisances sonores qu'elles subissent.
- › Dans certaines communes aéroportuaires, la part des logements vides est supérieure à la moyenne cantonale et plus élevée que dans des communes comparables non exposées au bruit des avions. C'est là un indice qui montre que ce bruit nuit à l'attractivité des communes. Le fait que, malgré cela, l'activité actuelle de construction dans les communes aéroportuaires soit relativement élevée montre toutefois aussi que le bruit des avions est un paramètre parmi d'autres de l'attractivité d'un site.

Les coûts et l'utilité du transport aérien ainsi que le bruit de l'aviation ont des effets divers sur les communes aéroportuaires, et sont aussi significatifs en fonction de leur répartition. Ainsi a-t-on pu observer pour certaines communes un changement d'image, qui peut aussi avoir des effets positifs surtout en termes économique (et financier). Mais il est aussi possible que ces communes perdent leur attrait de zones résidentielles. Cependant, des évolutions critiques (p.ex. tendances à la ghettoïsation) ne sont manifestes que ponctuellement, et concernent certains quartiers d'habitation ou des zones d'affectation mixte très exposées et où les résidents se succèdent à un rythme élevé.

## 6.4. APPORT SOCIAL SPECIFIQUE

L'aviation constitue un phénomène populaire important et est également un loisir (p.ex. Airshow Granges 2006: 20'000 spectateurs; Air04 Payerne: 275'000 spectateurs). Cet apport social est indépendant de l'exploitation commerciale de l'aviation. Cela touche également l'aviation militaire.

L'utilisation d'aéronefs à des fins privées joue un certain rôle en Suisse. En 2006, par exemple, quelque 2'600 licences de pilote privé ont été délivrées, 2'800, pour le vol à voile et 30'000 pour le parapente. Il faut aussi mettre cet apport social positif en balance avec les nuisances (surtout le week-end).

## 6.5. APPRÉCIATION GÉNÉRALE

Le tableau qui suit récapitule l'analyse de la dimension sociale.

Evaluation actuelle:

	Développement durable
	Déficits légers
	Déficits importants

<b>APPRÉCIATION GLOBALE DE LA DIMENSION SOCIALE (BASE SCÉNARIO TREND)</b>		
<b>Postulats et Indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle</b> <i>(voir pages)</i>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
<b>Postulat 1: garantir la sécurité d'exploitation</b>		
Sécurité aérienne	(voir p. 61)	Confédération (OFAC) en tant qu'autorité de surveillance, et compagnies aériennes en tant qu'acteurs principaux. Le transport aérien offre une grande sécurité d'exploitation et s'est constamment amélioré
Sûreté aérienne	(voir p. 62)	Peu de possibilités d'agir sur le plan national; la Suisse doit

<b>APPRÉCIATION GLOBALE DE LA DIMENSION SOCIALE (BASE SCÉNARIO TREND)</b>		
<b>Postulats et Indicateurs</b>	<b>Evaluation actuelle</b> <i>(voir pages)</i>	<b>Mesures possibles; chances et risques</b>
		s'adapter aux règlements européens. Comme d'autres moyens de transports publics. le transport aérien reste vulnérable.
<b>Postulat 2: assurer la pérennité de la mobilité et l'accès</b>		
Accès de tout le pays aux aéroports	(voir p. 63)	Mesures possibles par les différents modes de transport, la politique globale des transports et la coordination des différents plans sectoriels.
Ouverture aux diverses classes de revenus	(voir p. 63)	Sont d'abord déterminants les prix du marché. En cas d'accès insuffisant, des subventions aux faibles revenus seraient théoriquement possibles. Avec la libéralisation, le transport aérien est meilleur marché et est devenu un produit de grande consommation.
Intégration internationale	(voir p. 32)	Possibilité d'agir par la Confédération. Sont déterminantes les questions infrastructurelles, l'interdiction des vols de nuit et d'exploitation. La desserte internationale de la Suisse est bonne, en particulier grâce à la fonction de hub de Zurich.
<b>Postulat 3: éviter les retombées sociales négatives du transport aérien</b>		
Santé et bien-être	(voir p. 64)	La politique et les compagnies aériennes ont des possibilités d'agir. Il faut s'efforcer de donner une assise stable à la planification et à objectiver le débat sur le bruit et d'autres aspects environnementaux. Des processus tels que l'élaboration du PSIA sont des exemples montrant la voie à suivre dans la gestion des problèmes. Dans les communes exposées au bruit des avions et à d'autres effets négatifs d'un aéroport, les habitants sont exposés à des nuisances supplémentaires. Les zones de détente sont exposées à des atteintes ponctuelles.
Possibilités équilibrées de développement	(Détails voir processus PSIA)	Possibilités d'agir comme ci-dessus. Quelques communes voisines d'aéroports sont entravées dans leur développement. S'efforcer d'identifier et d'examiner les conflits d'objectifs et à développer des stratégies de résolution des problèmes.

**Tableau 7** Légende colonne «Evaluation actuelle»: blanc =développement durable ; gris = déficits légers, noir = déficits importants

## 7. LES TROIS DIMENSIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LE CONTEXTE SPATIAL

L'aspect géographique (local, national, international) ayant une importance particulière, le projet NHL a considéré un volet spécifique intitulé 'développement territorial', afin d'éclairer les différents postulats du développement durable à partir de chacun de ces plans d'observation. En effet, les critères de l'analyse, les conflits d'objectifs et les mesures à prendre seront différents suivant le contexte géographique auquel sont confrontées les trois dimensions du développement durable. Par conséquent, il est judicieux de synthétiser le bilan et les enjeux de celles-ci en les considérant dans une perspective locale, nationale et internationale. Cela permet de mettre en évidence certaines synergies et certains conflits qu'il faudra ensuite optimiser dans une approche équilibrée pour chacun de ces niveaux.

### 7.1. PERSPECTIVE LOCALE AU VOISINAGE DES AÉRODROMES

La perspective locale englobe les zones voisines des aérodromes ou des aéroports, touchées en priorité par le bruit du transport aérien et du trafic terrestre induit, et qui constituent parallèlement une partie du bassin alimentant les emplois que drainent les aéroports ou leur environnement proche. Dans la perspective locale, le **premier champ de tensions** (conflit d'objectifs potentiel) auquel est confronté le développement de l'aviation et de ses infrastructures se situe entre la **prospérité régionale de l'aviation et les nécessités du développement territorial des communes touchées par les nuisances sonores**.

Le conflit entre bruit et développement territorial est particulièrement marqué autour des aéroports nationaux. Outre le niveau local, il existe aussi des conflits qui dépassent les frontières du pays. L'ordonnance allemande (DVO), qui oblige pratiquement l'aéroport de Zurich à considérer davantage les effets locaux du bruit dans le sud de l'Allemagne que dans les régions suisses qu'il touche directement et qui en subissent des conséquences nettement plus lourdes (y compris en termes quantitatifs), en est un exemple. Ce phénomène provient du fait que les aéroports nationaux suisses sont tous relativement proches des frontières du pays.

Les avantages économiques des aéroports et, plus particulièrement, des aéroports nationaux sont importants et indéniables. Une grande partie des revenus directs acquis par les entreprises en activité sur ces sites et par leurs fournisseurs restent dans la région. Le gouvernement et l'aviation aimeraient pouvoir proposer des offres répondant à la demande. C'est pourquoi, une

exploitation accrue des capacités des aéroports nationaux a pour effet de stimuler l'agrandissement des infrastructures.

En général, l'avantage dû à la situation géographique qu'offre un aéroport se superpose aux effets liés à la présence d'une agglomération. Il y a donc, entre l'intégration d'un aéroport et le développement d'une agglomération, de fortes interactions, qui confèrent notamment aux régions proches d'aéroports un grand pouvoir d'attraction sur de nouveaux résidents potentiels. Malgré les nuisances sonores qu'elles subissent, ces régions peuvent rester attractives lorsque d'autres avantages géographiques les contrebalancent. Il est d'un intérêt majeur d'éviter qu'un nombre croissant de personnes soient exposées à des nuisances sonores de forte intensité. Les effets du bruit sur la santé passent souvent inaperçus à court terme, mais font des ravages à long terme. Cela peut obliger certaines communes à imposer des restrictions d'affectation (zones résidentielles) et à limiter l'extension du tissu construit, avec les conséquences négatives que cela peut avoir sur leur image et leur potentiel de développement.

Certes, la charge de bruit mesurable a diminué grâce au progrès technique et au recul temporaire des mouvements d'avions. Il n'en demeure pas moins que, dans la perspective locale, la gêne ressentie a gagné en importance dans les régions proches des aéroports. Cela s'explique principalement par l'augmentation des mouvements d'avions aux heures marginales ainsi que, dans le cas de l'aéroport de Zurich, par la modification des procédures d'approche (DVO).

Outre le bruit, les autres immissions (p.ex. polluants atmosphériques, pollution du sol et des eaux) ont une importance régionale moindre du fait, d'une part, des grands progrès techniques réalisés et, d'autre part, de l'apport dominant d'autres sources.

Les communes riveraines des aéroports nationaux subissent des conséquences tant positives que négatives. Les bilans varient d'une commune à l'autre et peuvent se modifier en fonction des étapes du développement des infrastructures aéronautiques. A priori, les grandes agglomérations urbaines proches d'un aéroport (Zurich, Bâle, Genève, Berne, Lugano, etc.) profitent de leur bonne desserte et ont tendance à être moins exposées au bruit que la moyenne. Plus les communes sont proches des infrastructures aéroportuaires proprement dites, plus elles sont en général exposées au bruit et plus leur développement est entravé. Mais plus ces communes sont proches du centre névralgique d'un aéroport, plus leurs chances seront grandes d'en profiter économiquement en dépit de leur exposition au bruit.

Dans l'optique d'un développement durable du territoire, le postulat considère un développement équilibré devant être assuré par des processus cohérents: il s'agit de tendre à un développement local du transport aérien qui ne menace ni l'existence actuelle, ni la pérennité des

communes d'implantation, que ce soit sur le plan économique ou social. Cet enjeu capital pour la politique aéroportuaire et pour l'aménagement du territoire est aussi celui sur lequel a été fondée l'analyse de différentes variantes de développement dans le cadre du processus PSIA de Zurich. Le but doit être de diminuer ou de stabiliser le plus possible le nombre de personnes gênées par le bruit et atteintes dans leur santé à cause de ces nuisances, et de chercher des compensations par le biais de mesures appropriées à l'échelon local (par commune ou agglomération). Le principe de causalité requiert de la part de l'aéroport et des compagnies aériennes qu'ils s'adaptent aussi rapidement que possible à l'état le plus récent de la technique, et offrent une protection efficace contre le bruit. Le principe de précaution, pour sa part, exige que l'on jugule la croissance démographique dans les zones très bruyantes, et innove dans le développement des communes (renouvellement de quartiers, exploitation des potentiels en tant que pôles d'emploi). Des incertitudes chroniques dans la planification peuvent se révéler économiquement et socialement négatives, et doivent être évitées, voire supprimées.

Mis à part les aéroports nationaux, les nuisances jouent également un rôle aux abords des aérodromes régionaux et militaires. S'agissant des premiers nommés, il faut davantage mettre en place des procédures répondant aux principes du développement durable afin de repérer les conflits d'objectifs et de les atténuer. Ces procédures contribuent au demeurant à renforcer la confiance entre les différents acteurs et les milieux touchés, ce qui devrait permettre d'élaborer des solutions globales judicieuses et consensuelles. Souvent aussi, les activités aéronautiques sont génératrices d'un conflit entre utilisation économique (desserte, instruction, tourisme) et nuisances locales (sur la population, la nature et le tourisme). Ici également, priorité doit être donnée à la recherche de solutions consensuelles lorsqu'il est clair aux yeux des partenaires que le conflit d'objectifs entre économie, environnement et société ne peut être résolu définitivement, mais nécessite à chaque fois une pesée des aspects et des intérêts en présence. Dans le cas de l'aviation militaire, sa réorganisation génère un nouveau potentiel – et donc de nouvelles perspectives – au niveau de l'aménagement du territoire.

## 7.2. PERSPECTIVE NATIONALE

Dans la perspective nationale, le **premier champ de tensions** du développement de l'aviation et de ses infrastructures réside dans l'opposition entre la **capacité de croissance d'une économie nationale suisse tournée vers l'exportation** et la **pollution de l'air, les nuisances dues au bruit et les besoins de détente**.

Du point de vue économique, le principal facteur d'attractivité du pays est sa bonne intégration grâce à des liaisons aériennes de qualité et sûres. Avec d'autres modes de transport et

d'autres infrastructures centrales telles l'approvisionnement en eau et en électricité ou les réseaux de communication, le transport aérien revêt une fonction névralgique pour l'économie nationale de la Suisse. Son intégration dans le réseau international est particulièrement importante pour la petite économie qu'est la Suisse. Les exportations, pilier important de l'économie, sont tributaires de bonnes liaisons internationales et intercontinentales, et les importations jouent un rôle considérable dans les processus de production dans le pays. Sa bonne desserte est un des paramètres fondamentaux de l'attractivité géographique de la Suisse, et favorise les décisions des entreprises nationales et internationales de s'y implanter. Dans ce sens, la fonction de plateforme de l'aéroport de Zurich, avec SWISS comme plus grand fournisseur de prestations de transport en Suisse, joue un rôle important. Il se peut que des extensions d'infrastructures deviennent nécessaires au cas où la demande de vols augmente et que les capacités soient saturées. L'empêcher porterait préjudice aux fonctions économiques décrites plus haut. Le hub de Zurich est très important, en particulier pour la Suisse alémanique, mais moins, par exemple pour l'arc lémanique, relié à d'autres plates-formes internationales par des vols directs depuis l'aéroport de Genève.

En tant que branche économique, le transport aérien crée de la valeur directement et indirectement par la production de prestations aéronautiques (exploitants d'aéroports, compagnies aériennes, entreprises connexes, commerce de détail sur les aéroports ainsi que prestataires en amont de ces entreprises), et il contribue en proportion au produit intérieur brut de la Suisse et à l'emploi dans le pays.

Le grounding de Swissair a montré qu'il y avait une volonté politique de recourir aux finances publiques pour permettre à la Suisse de continuer à avoir une compagnie aérienne nationale et, partant de ne pas menacer l'assise économique qui en découlait.

L'effondrement de l'industrie aéronautique nationale a montré qu'à court terme, un quart de la valeur ajoutée du transport aérien pouvait être en jeu si l'existence d'une compagnie nationale était menacée. Le plafonnement général des mouvements et la cessation de la fonction de hub réduirait le potentiel de création de valeur du transport aérien d'environ 30% à court terme et encore davantage à long terme.

La desserte aérienne de la Suisse est bonne. Cela vaut aussi bien pour l'accessibilité des aéroports (en particulier par les transports publics) que pour l'offre proprement dite de liaisons aériennes. Grâce à la fonction de hub, il est possible d'offrir des liaisons directes géographiquement très attractives, ce qui est de la plus haute importance pour l'économie de la Suisse.

A l'image des autres modes de transport, le transport aérien occasionne des coûts externes. Ceux-ci sont importants surtout dans les domaines du bruit et du climat: dans le cas du bruit, une

partie des coûts externes est déjà internalisée par le biais de taxes; s'agissant du climat, il est nécessaire de poursuivre les recherches pour connaître l'étendue exacte des coûts externes. L'internalisation des coûts externes est un postulat économique capital pour tous les modes de transport, si l'on veut pouvoir garantir un développement efficace tourné vers la demande.

### 7.3. PERSPECTIVE INTERNATIONALE

Dans la perspective internationale, le **champ de tensions primaire** du développement de l'aviation et de ses infrastructures est la **compétitivité internationale, entre impact sur le climat planétaire et demande mondiale croissante de mobilité**.

Ce sont surtout des facteurs planétaires qui influent sur le développement du transport aérien. En effet, celui-ci est fortement tributaire de la conjoncture mondiale, mais aussi des crises politiques et des accidents. Dans les nations industrialisées, le transport aérien est devenu un produit de masse, qui a considérablement élargi l'horizon géographique de larges couches de la population. Les principales raisons en sont les politiques de libéralisation et le courant de mondialisation, qui agissent mutuellement sur la demande et sur la place de l'aviation. Parallèlement, la libéralisation entraîne des effets positifs sur le prix et le qualité du transport aérien.

La desserte globale en progression et la prospérité contrastent avec les émissions croissantes de gaz à effet de serre et le risque accru pour le climat mondial. Tandis que des progrès techniques permettent d'abaisser surtout les émissions du transport aérien proches du sol (p.ex. PM<sub>10</sub>), les effets de la croissance donnent à penser que la consommation de kérosène va continuer à augmenter et, avec elle, les émissions de gaz à effet de serre. Aujourd'hui, le transport aérien est responsable de 2% environ de la totalité des émissions de CO<sub>2</sub>. Selon IPCC 1999b, sa part passera à environ 4% d'ici à 2050. La demande de transport aérien constitue un élément significatif du bilan CO<sub>2</sub> d'un habitant d'un pays industrialisé (avec la surface de son logement, les besoins de chauffage et la mobilité rail/route). De plus, il faut prendre en compte les effets climatiques des émissions à grande altitude. La croissance mondiale du transport aérien, mais aussi le fait que les potentiels d'économie d'énergie sont limités, constituent, dans l'optique du développement durable, les véritables défis à relever. Les taux de croissance sont sensiblement supérieurs à ceux des autres modes de transport, ce qui accroît les exigences posées aux capacités aéroportuaires mondiales. Le succès économique du transport aérien est à mettre en parallèle avec ces défis inhérents à sa croissance. Les efforts visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre ou à internaliser la problématique climatique dans les prix des vols, par exemple par le truchement des échanges de droits d'émissions de CO<sub>2</sub>, font partie des futurs défis de la branche.

Le transport aérien n'est plus la chasse gardée des nations. Cela en augmente la flexibilité, certes, mais aussi la dépendance vis-à-vis de décisions découlant d'instances mondiales souvent considérées comme socialement indésirables.

## 8. DEFIS À RELEVER

### 8.1. POLITIQUE AÉRONAUTIQUE DE LA CONFÉDÉRATION

Dans son rapport de 2004 sur la politique aéronautique de la Suisse, la Confédération a esquissé les objectifs, les principes directeurs et les principales mesures de sa future politique en la matière. Celle-ci s'en tient expressément au principe du développement durable, et fixe trois objectifs: premièrement garantir un standard de sécurité élevé, deuxièmement assurer une offre de transports aériens attractive et calquée sur les besoins, et, troisièmement jouer un rôle actif à long terme dans le transport aérien international. Plusieurs champs d'action se réfèrent explicitement aux différents indicateurs du développement durable, à savoir:

- › La grande importance de la sécurité et de la sûreté aérienne est consolidée. Le Conseil fédéral examine la prise en charge d'autres coûts liés à la sécurité.
- › La politique aéronautique reconnaît l'importance du transport aérien pour l'économie nationale et se déclare parallèlement être aux côtés de SWISS, plus grand fournisseur actuel de prestations et important acteur de l'aviation nationale. Mais la Confédération se profile d'abord en tant que régulateur et refuse toute intervention étatique. Sa participation à SWISS avait le caractère d'une mesure transitoire permettant d'éviter des interventions susceptibles d'avoir des effets dommageables pour l'économie nationale.
- › Le Conseil fédéral continue à se déclarer partisan d'un développement des aéroports nationaux axé sur la demande. Il examine néanmoins certaines restrictions d'utilisation en relation avec les décisions relevant de l'aménagement du territoire.
- › Il faut tirer parti de la législation pour minimiser les charges environnementales du trafic aérien. Le Conseil fédéral propose d'affecter à la protection de l'environnement et aux mesures de sécurité et de sûreté aérienne le produit de l'impôt sur le kérosène frappant le trafic aérien intérieur (env. 60 millions de francs). Le projet est actuellement à l'étude au Parlement.
- › Le PSIA est un instrument qui doit permettre d'appliquer les postulats de la politique d'aménagement du territoire au transport aérien (attrait, desserte, utilisation du sol). Les fiches de coordination de plusieurs aéroports sont en cours d'élaboration. L'OFAC examine actuellement les places d'atterrissage en montagne et la création de zones de repos.
- › Les travaux effectués dans le cadre du PSIA pour l'aéroport de Zurich servent aussi d'instrument et de processus pour garantir un équilibre entre la satisfaction des besoins croissants en matière de mobilité pour l'économie et la société, une minimisation de l'exposition au bruit à proximité des aéroports et un développement durable des communes d'implantation.

- › Parallèlement, le Conseil fédéral s'engage en faveur de mesures coordonnées sur le plan international en vue de limiter et de réduire les gaz à effet de serre. De telles mesures sont étudiées en ce moment au niveau de l'UE. La Commission européenne prévoit d'intégrer le transport aérien européen dans le système européen d'échanges de droits d'émission de CO<sub>2</sub>. "Dans le prolongement de son action au sein du Comité de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) de l'OACI, la Suisse s'engage activement auprès de la Conférence européenne de l'aviation civile pour prévenir et atténuer au maximum l'impact de l'aviation sur l'environnement. (...) Elle plaide à cet égard pour une mise en place harmonisée au plan international d'instruments basés sur les mécanismes de marché, à l'instar de l'échange de droits d'émission." (BAZL 2007a).

## 8.2. ARTICULATIONS FUTURES

Ce rapport de synthèse livre un grand éventail de critères et de postulats liés aux différentes dimensions du développement durable; il brosse un portrait de la situation actuelle et de celle que l'on peut escompter dans le futur. Il constitue aussi une base pour la poursuite de la concrétisation de la politique aéronautique et la fixation de ses objectifs. Les enseignements tirés du rapport NHL devront être pris en compte dans la révision prochaine de la partie à caractère conceptionnel du PSIA (2010). A partir des forces et des faiblesses identifiées dans les trois dimensions du développement durable et de la confrontation de ces dimensions avec les trois perspectives géographiques, on peut mettre en exergue les articulations suivantes.

### **Conserver les atouts**

- › La grande importance de la sécurité et de la sûreté aérienne est aussi confirmée dans la perspective du développement durable.
- › Une politique infrastructurelle tournée vers la demande et la reconnaissance de SWISS comme plus grand fournisseur actuel de prestations aéronautiques en Suisse dans un marché libéralisé confirment la grande importance de l'aviation pour l'économie nationale de la Suisse.
- › La répartition régionale de l'infrastructure aéronautique garantit à la population suisse un accès équilibré au transport aérien.

### **Éliminer les déficits**

Des mesures doivent être plus particulièrement prises dans le domaine environnemental en relation avec un développement territorial durable.

- › Le processus PSIA appliqué à l'aéroport de Zurich est un modèle de démarche visant à instaurer un équilibre entre plusieurs intérêts et les dimensions du développement durable. L'analyse met en évidence toute l'importance qu'ont, d'une part, un éventail de critères clairs pour évaluer les différentes variantes et, d'autre part, des exigences précises posées dans le processus de pesée des intérêts en présence. Il s'agit en particulier de bien séparer les différents niveaux (local, national, international).
- › Vu l'importance croissante du réchauffement climatique et des activités en cours à l'échelon européen, la réduction des gaz à effet de serre a beaucoup gagné en importance. L'industrie aéronautique a développé à cet effet une stratégie en quatre points:
  - › accélérer le progrès technique,
  - › améliorer les infrastructures,
  - › mesures opérationnelles (également transfrontalières; European Single Sky),
  - › mesures économiques.

Dans le cadre de son engagement international (OACI, UE), la Suisse soutient concrètement des mesures visant à appliquer cette stratégie de manière cohérente. La Commission européenne a signalé que notre pays devrait aussi examiner l'opportunité d'intégrer le transport aérien dans le système d'échange de droits d'émission (ETS), notamment afin d'empêcher des distorsions de la concurrence (OFAC 2007a).

- › L'examen des places d'atterrissage en montagne et la création de zones de repos, ainsi que la promotion de l'homologation d'aéronefs Ecolights offrent des chances de pouvoir combler les lacunes constatées aujourd'hui dans la protection de la nature et du paysage.

### **Saisir les opportunités**

Les chances d'affermir le développement durable découlent d'abord de l'application cohérente des progrès techniques et, partant, d'une amélioration de l'efficacité du transport aérien. La réorganisation de l'aviation militaire, quant à elle, permettra d'ouvrir de nouvelles perspectives à différents aérodromes militaires, notamment dans des affectations compatibles avec les impératifs du développement durable du territoire.

## **8.3. APPLICATION FUTURE DES INDICATEURS**

L'analyse a montré qu'il est possible de décrire à l'aide de postulats et d'indicateurs les performances du transport aérien en termes de développement durable. A priori, il faut distinguer entre un système d'indicateurs visant à évaluer un état général et un système destiné à apprécier des

stratégies ou des projets concrets, tel celui qui est déjà appliqué dans le cadre du processus PSIA de Zurich.

Les postulats et les indicateurs utilisés constituent la base du futur monitoring de la durabilité de l'ensemble du transport aérien. On a pu constater des lacunes dans les indicateurs, notamment dans les secteurs du bruit et des coûts externes. S'agissant du bruit, il sera judicieux, dans l'avenir, de clarifier encore davantage la différence entre nuisances sonores et gêne due au bruit, afin de tenir davantage compte des dérangements potentiels du bruit (en particulier aux heures marginales). Parallèlement, il manque encore, à l'exception de Zurich, des séries chronologiques cohérentes permettant d'observer les fluctuations périodiques des nuisances sonores générées par différents aéroports. Les activités en cours visant à examiner les valeurs limites d'exposition au bruit dans le secteur des transports ont une grande importance dans ce contexte. Il sera également opportun de déterminer avec plus de précision les effets externes du transport aérien, un peu comme on l'a fait pour la route et le rail.

La panoplie d'indicateurs élaborés sert aussi de base à l'évaluation de projets concrets. Les expériences tirées du processus PSIA de Zurich ont montré qu'une différenciation plus poussée est judicieuse suivant la question qui se pose, p.ex. à propos de la surface accaparée ou des atteintes spécifiques. Ici aussi, les exigences posées à un indicateur de bruit pertinent (qui fait, d'une part, référence à la charge de bruit et aux valeurs limites et, d'autre part, à la gêne ressentie) sont au cœur du problème. Tout aussi importante que l'analyse d'indicateurs pertinents est la garantie d'un processus qui soit à même de comparer les différents indicateurs les uns avec les autres et d'identifier les conflits d'objectifs et les potentiels d'optimisation. Cela suppose une approche globale du processus (évaluation des indicateurs, discussion, participation active). En ce sens, le processus PSIA en cours est exemplaire.

Les travaux à la base de la présente synthèse ont montré qu'il existe encore certains secteurs dans lesquels les indicateurs souhaitables ne peuvent pas être exploités, parce que les données correspondantes manquent ou parce que les interactions ont été trop peu étudiées. Le tableau ci-après énumère, pour les trois dimensions du développement durable ainsi que pour le secteur du développement territorial, des aspects importants qu'il faudra davantage prendre en considération à l'avenir.

<b>PROPOSITIONS D'APPROFONDISSEMENT PAR SECTEUR</b>		
<b>Secteur</b>	<b>Concrétisation d'autres indicateurs</b>	<b>Etudes de cas spécifiques</b>
Economie	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Approfondissements des retombées de la fonction de plate-forme sur l'attractivité géographique (effets catalytiques sur les entreprises).</li> <li>› Analyse poussée de l'industrie aéronautique en tant que fournisseur en Suisse et à l'étranger.</li> <li>› Calcul des effets externes du transport aérien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Analyse détaillée de la répartition des coûts et des bénéfices pour différents aérodromes.</li> <li>› Considération trade-off: Exemple: repos et détente dans les régions touristiques et développement régional: aérodromes militaires dans le massif alpin (p.ex. Meiringen).</li> </ul>
Environnement, bruit	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Effets du bruit de l'aviation sur la santé.</li> <li>› Effets sociaux du bruit (p.ex. aspects de partage, bien-être, ségrégation).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Analyses spécifiques des effets socioculturels du bruit.</li> </ul>
Autres secteurs environnementaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Effets d'autres émissions du transport aérien sur le climat (recherche nécessaire à l'échelon mondial).</li> <li>› Approfondissement des émissions de PM<sub>10</sub> (différentes granulométries, prévisions).</li> <li>› Immissions olfactives dans le transport aérien.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Mesure quantitative des NO<sub>x</sub> et de la vapeur d'eau, et étude de leurs effets.</li> <li>› Analyses détaillées de la charge des émissions de PM<sub>10</sub> sur différents sites aéroportuaires.</li> </ul>
Société	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Relation entre indicateurs de charge et de gêne: référence aux valeurs limites de bruit.</li> <li>› Promotion de la mobilité du point de vue social.</li> <li>› Etude poussée du bruit et de ses effets sociaux, en particulier sur les structures sociales.</li> <li>› Exigences posées aux processus durables pour résoudre des situations de conflit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Enquêtes de la gêne produite par de petits aérodromes.</li> <li>› Création d'indicateurs et de séries chronologiques.</li> <li>› Importance de la promotion de la mobilité dans le secteur touristique.</li> </ul>
Développement territorial	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Considération différenciée des effets sur les sites dans une région: perdants et gagnants.</li> <li>› Recherche d'instruments/possibilités permettant de cerner des solutions globales favorables tant aux aspects territoire/population qu'aux aéroports.</li> <li>› Estimation de l'évolution future des surfaces dépassant les valeurs limites de charge et de leurs conséquences pour les potentiels de développement spatial.</li> <li>› Etude plus détaillée des périmètres des aéroports par surfaces perméables/imperméables, surfaces compensatoires, etc., et influence sur la productivité de surface.</li> <li>› Importance économique régionale des aérodromes régionaux et des places d'atterrissage en montagne, en particulier importance des vols de desserte, services de sauvetage, vols d'instruction, tourisme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Etudes de cas se rapportant aux effets sur l'économie régionale (aérodromes régionaux, places d'atterrissage en montagne) y c. considération des effets de partage.</li> </ul>

Tableau 8

## ANNEXE: LISTE DES INDICATEURS

### 1. INDICATEURS UTILISÉS

Le tableau ci-dessous dresse la liste des indicateurs utilisés dans la présente synthèse pour évaluer le développement durable. On trouvera dans les volets sur lesquels cette synthèse est fondée un aperçu des indicateurs rendus opérationnels, et cela pour chacune des trois dimensions du développement durable et leurs composantes spatiales (INFRAS/METRON 2006).

<b>Dimension économique</b>	<b>Dimension environnement/bruit</b>	<b>Dimension sociale</b>
Prix à la consommation dans le trafic aérien (coût-utilité)	Développement technique de la flotte aérienne	Sécurité aérienne
Retards	Mouvements d'avions civils	Sûreté aérienne
Dessertes de bonne qualité pour les entreprises	Evolution démographique aux abords des aéroports	Accessibilité des aéroports à toutes les régions du pays
Rentabilité intrinsèque	Règlements d'exploitation	Accessibilité aux classes de revenus
Productivité: valeur ajoutée/EPTC	Mouvements d'avions militaires	Intégration internationale
Dépenses des pouvoirs publics en faveur de l'aviation	Perception de la gêne due au bruit de l'aviation	Santé et bien-être
Emploi, création de valeur, stabilité (direct & indirect)	Evolution du Leq des avions de lignes et charters	Possibilités équilibrées de développement
Dépenses des passagers étrangers des vols	Evolution du Leq et gêne due à de l'aviation générale	Apport social spécifique
Effets externes	Emissions de NO <sub>x</sub> , COV dues au trafic aérien	
	Emissions de PM <sub>10</sub> dues au trafic aérien	
	Emissions non dues aux vols (trafic terrestre induit, exploitation des aéroports)	
	Pollution du sol	
	Pollution des eaux	
	Influence sur les paysages et les biotopes	
	Emission de gaz à effet de serre (CO <sub>2</sub> ).	
	Emission de NO <sub>x</sub> au-dessus de la tropopause	

Tableau 9

## 2. LISTE EXHAUSTIVE DES INDICATEURS

La liste ci-après renferme tous les indicateurs mentionnés dans les volets 1 à 6 comme critères possibles d'évaluation du développement durable à partir de ses trois dimensions. Ces volets constituent la base du présent rapport de synthèse.

### DIMENSION ENVIRONNEMENT: BRUIT

#### **Exposition au bruit**

- › Niveau acoustique équivalent (p.ex. Leq 16, Leq 1. et 2. ainsi que dernière heure de la nuit, parfois Ldn)
- › Niveau acoustique maximal ( $L_{max}$ ) pour les héliports
- › Nombre de personnes exposées par classe de décibels (p.ex. Leq 16, journée)
- › Taille de la surface exposée au bruit
- › Facteurs ayant une incidence déterminante sur l'exposition au bruit

#### **Gêne due au bruit**

- › Echelle de gêne subjective adaptée au bruit de l'aviation
- › Rapports de propriété (locataires/propriétaires)
- › Installation de fenêtres antibruit
- › Variations de la répartition des mouvements d'avions en fonction des heures
- › Nombre de réclamations téléphoniques motivées par le bruit des avions civils et militaires

#### **Santé**

- › Mortalité précoce due à des maladies cardiaques ischémiques consécutives au bruit
- › Mortalité précoce en raison de maladies dues à l'hypertension consécutive au bruit

#### **Plan socio-économique**

- › Indicateur visant à segmenter la population

#### **Plan économique**

- › Disponibilité à payer pour éviter le bruit de l'aviation
- › Pertes de valeur de l'immobilier en raison du bruit de l'aviation
- › Coûts induits en raison des effets du bruit de l'aviation sur la santé
- › Coûts de mesures d'isolation acoustique

## DIMENSION ENVIRONNEMENT: AUTRES

### Emissions dues au trafic aérien

- › NO<sub>x</sub>, HC (COV), CO
- › PM<sub>10</sub> (PM<sub>2.5</sub>)
- › SO<sub>2</sub>, Pb

### Emissions de l'aviation non dues au trafic aérien

- › NO<sub>x</sub>, HC (COV), CO, PM<sub>10</sub> dus au trafic terrestre induit et à l'exploitation des aéroports

### Immissions dues à l'aviation

- › NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub> et NO)
- › PM<sub>10</sub>, ozone émis à proximité du sol
- › rayonnement non ionisant (RNI)

### Pollution du sol

- › Imperméabilisation du sol
- › Pollution du sol par les métaux lourds (Cu, Zn, Cd, etc.) et les polluants organiques (HAP, PCB)
- › Sites contaminés
- › Accidents majeurs ayant des incidences sur l'environnement

### Paysages et biotopes

- › Perturbation d'espaces de détente, péjoration de la valeur récréative de paysages
- › Dérangement de la faune en raison de phénomènes optiques et acoustiques
- › Chocs aviaires
- › Utilisation de la surface et biodiversité

### Pollution des eaux

- › Influence qualitative sur des cours d'eau
- › Influence quantitative sur des cours d'eau
- › Pollution atmosphérique

### Climat

- › Production de gaz à effet de serre tels que CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, vapeur d'eau, etc.

### Emissions de NO<sub>x</sub> à l'altitude de croisière (destruction de l'ozone dans la stratosphère)

- › Production de NO<sub>x</sub> au-dessus de la tropopause

### Consommation d'agents énergétiques non renouvelables

- › Consommation de kérosène

## DIMENSION ECONOMIQUE

### **Niveau des consommateurs**

- › Prix à la consommation dans le trafic aérien (prix-prestations, évolution et volatilité)
- › Retards
- › Coûts générés par des escales supplémentaires

### **Niveau des producteurs**

- › Taux de couverture des coûts de fonctionnement (pour les entreprises de l'infrastructure aéronautique ou du transport aérien)
- › Productivité: valeur ajoutée/EPTC
- › Dépenses des pouvoirs publics pour l'aviation

### **Niveau de l'économie générale**

- › Salariés (EPTC) resp. création de valeur dans l'aviation (effet direct) et par les prestations intermédiaires en faveur de la branche de l'aviation en Suisse (effet indirect; aviation & non-aviation)
- › Variation de la valeur ajoutée et de l'emploi résultant des effets direct et indirect
- › Effet catalytique sur les entreprises (desserte comme facteur d'attractivité géographique)
- › Chômeurs dans le secteur aéronautique et nombre des postes à repourvoir dans le secteur
- › Information complémentaire effective sur le nombre de salariés: variation de l'emploi, resp. de la valeur ajoutée
- › Effet induit via l'utilisation des revenus des effets direct et indirect
- › Effet catalytique sur les passagers via les dépenses des passagers étrangers
- › Coûts non internalisés des accidents et de l'impact sur l'environnement
- › Autres distorsions du marché (surtout entre modes de transport)
- › Salariés dans l'industrie aéronautique suisse (construction et entretien d'avions)
- › Répartition régionale des salariés

## DIMENSION SOCIALE

### **Assurer la promotion de la mobilité et l'accès à l'avion**

- › Accessibilité du transport aérien à toutes les régions du pays
- › Accessibilité du transport aérien à toutes les classes de revenus
- › Intégration internationale

### **Garantir la sécurité d'exploitation**

- › Sécurité aérienne
- › Sûreté aérienne

**Eviter des effets sociaux négatifs du transport aérien**

- › Santé et bien-être de la population autour des aéroports et dans les aires de détente
- › Développement de l'habitat et du travail dans les zones aéroportuaires

**Promouvoir la solidarité sociale**

- › Compatibilité sociale et fiabilité (en tant qu'employeur et prestataire de services)
- › Répartition équitable des coûts et bénéfices du transport aérien
- › Préservation de l'équité intergénérationnelle

**Assurer la réceptivité, la participation et la coordination**

- › Possibilités de co-décision offertes à la population

**Faire respecter la souveraineté de l'espace aérien**

- › Réglementation de l'espace aérien suisse et de sa traversée

## INDICATEURS COMPLÉMENTAIRES ISSUS DE LA CONSIDÉRATION DES TROIS DIMENSIONS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DANS LA PERSPECTIVE SPATIALE

**Dimension économique**

- › Desserte internationale de la Suisse
- › Desserte des régions de la Suisse
- › Répartition régionale des emplois dans les branches fortement tributaires de l'aviation
- › Répartition infrarégionale des entreprises fortement tributaires de l'aviation
- › Nécessité de moderniser les artères desservant les aéroports de Zurich et de Genève

**Dimension environnementale**

- › Surface accaparée par les aérodromes
- › Productivité des surfaces

**Dimension sociale**

- › Nombre de communes ayant des habitants dans des zones où le bruit de l'aviation excède 60 dB
- › Surfaces par affectation autorisant des expositions au bruit dépassant les valeurs limites

## GLOSSAIRE

Principe du marché intérieur	Principe utilisé pour déterminer les émissions (gaz à effet de serre). Est déterminante la vente de carburant d'aviation en Suisse
ODT	Office fédéral du développement territorial
VA	Valeur d'alarme, niveau de bruit le plus élevé régi par l'OPB
OFAC	Office fédéral de l'aviation civile
Bunker Fuels	Combustibles de soute. Carburants consommés par le transport aérien international hors des frontières du pays où les vols commencent (selon le principe du marché intérieur)
OFEV	Office fédéral de l'environnement
CAEP	Committee on Aviation Environmental Protection of ICAO (Comité de l'OACI pour la protection de l'environnement dans l'aviation)
DVO	Durchführungsverordnung zur Luftverkehrsordnung des deutschen Luftfahrt-Bundesamt vom 14.5.2005 (ordonnance fixant les approches et décollages selon les règles du vol aux instruments vers et depuis l'aéroport de Zurich)
CEAC	Conférence européenne de l'aviation civile
CEMT	Conférence européenne des ministres des transports
ETS	Emission Trading Scheme; Système d'échange de certificats d'émissions de CO <sub>2</sub>
EUROCONTROL	Organisation européenne pour la sécurité dans la navigation aérienne
Effets externes	Coûts/bénéfices économiques, qui, normalement, ne sont pas intégrés par les marchés et dans les décisions prises par les différents acteurs en activité sur ces marchés
(Full) fuel cycle	Cycle complet de carburant; y c. recherche, extraction, transformation, transport et consommation par une source d'énergie
GA General Aviation	Aviation générale. Englobe tous les mouvements d'avions, commerciaux ou non, à l'exception du trafic de lignes et charter, et les vols militaires
HA	Highly annoyed persons; part de la population très incommodée
OACI	Organisation internationale de l'aviation civile
IFR	Instrument Flight Rules (IFR), règles de vol aux instruments

VLI	valeur limite d'immission, seuil de bruit au-dessus duquel des atteintes à la santé peuvent se produire selon l'OPB. Les VLI varient suivant les degrés de sensibilité (DS).
Internalisation	Intégration d'effets externes dans le processus de marché par la fixation de prix ou par des interventions régulatrices. Au sens strict, l'internalisation est appliquée dans le but de faire payer à ceux qui sont à l'origine d'une nuisance les coûts qu'ils occasionnent et les conséquences des dommages causés en vertu du principe de causalité.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (scientific group within UN Framework on climate change). Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).
Aéroport nationaux:	Zurich, Genève, Bâle
Low Cost Carrier	(LCC); «Compagnies d'aviation à bas prix». Leurs principales caractéristiques sont: exploitation d'un réseau généralement point-to-point (uniquement liaisons directes, pas de transferts), une seule classe de passagers, quasiment pas de prestations supplémentaires incluses (bagages à main, service on board, etc.), salaires des collaborateurs inférieurs à la moyenne de la branche.
OPB	Ordonnance fédérale du 15 décembre 1986 sur la protection contre le bruit
LTO	Landing-Take-Off Cycle. Cycle de référence pour calculer et rendre compte des émissions
LUPO	Rapport du Conseil fédéral sur la politique aéronautique de la Suisse 2004
Promotion de la mobilité	Ensemble des programmes visant à permettre à toutes les régions et à toutes les couches sociales d'accéder au transport
NIR	National Inventory Report; inventaire des gaz à effet de serre
Aérodromes régionaux	Berne-Belp, Lugano-Agno, St-Gall-Altenrhein
Valeur ajoutée	Engagement du travail et du capital, impôts et gains indirects d'une entreprise, d'une branche dans les processus de production; correspond au chiffre d'affaires moins les prestations intermédiaires; la somme de la valeur ajoutée de la Suisse correspond (approximativement) au PIB
TP	Transports publics
PAX	Passagers

SECO	Secrétariat d'Etat à l'économie
PSIA	En tant qu'instrument de planification de la Confédération, le plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique (PSIA) fixe des objectifs et des conditions pour l'infrastructure de l'aviation civile.
VFR	Visual Flight Rules (règles du vol à vue)
EPTC	Equivalent poste à temps complet

## BIBLIOGRAPHIE

- AEROSUISSE/BAZL/SIAA 2006:** Volkswirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt in der Schweiz; M. Peter, D. Sutter, T. Vogel, M. Maibach (INFRAS) sur mandat de Aerosuisse, de l'Office fédéral de l'aviation civile et de Swiss International Airports Association, Zürich.
- AFV 2005:** Volkswirtschaftliche Bedeutung des Flughafens Zürich – Auswirkungen verschiedener Entwicklungsszenarien, M. Peter, D. Sutter, M. Maibach (INFRAS) im Auftrag des Amtes für Verkehr (AFV) des Kantons Zürich, Zürich.
- AIG 2005:** Rapport environnemental période 2002-2004, Aéroport International de Genève (AIG), Genève 2005.
- ODT 2001:** La mobilité en Suisse - Résultats du microrecensement 2000 sur le comportement de la population en matière de transports, Office fédéral du développement territorial (ODT) et Office fédéral de la statistique (OFS), Berne et Neuchâtel, 2001.
- ODT 2003:** Ziel- und Indikatorensystem (ZINV UVEK), Bilanz und Ausblick, September 2003, Bern.
- ODT 2004:** Evaluation des coûts externes des transports routier et ferroviaire en Suisse pour l'année 2000.
- OFEV 2007** Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990-2005, National Inventory Report (NIR) 2007.
- BAK 2004:** Die internationale Verkehrsanbindung der Schweiz in Gefahr? Volkswirtschaftliche Beurteilung des Wirtschaftsstandortes Schweiz und seiner Regionen; Basel.
- OFAC/OFS:** Aviation civile suisse, statistique annuelle, diverses années, Office fédéral de l'aviation civile (OFAC) et Office fédéral de la statistique (OFS), Neuchâtel.
- OFAC 2003:** Pilotrechnung Infrastrukturkosten Luftverkehr,
- OFAC 2007a:** Richtlinienvorschlag der Europäischen Kommission zur Integration der Luftfahrt in das EU-Emissionshandelssystem vom 20. Dezember 2006 – Haltung der Schweiz, Aktennotiz BAZL Luftfahrtentwicklung.
- OFAC 2007b:** Plan sectoriel de l'infrastructure aéronautique (PSIA) partie IIIB6a places d'atterrissage en montagne - Objectifs et exigences de caractère conceptionnel avec Rapport explicatif et rapport d'examen, 27.6.07.
- OFAC 2006:** Impact on global climate from aircraft cruise emissions – summary of consensus scientific view.

- Bleich 2001:** EuroAirport: Volkswirtschaftlicher Nutzen und regionale Bedeutung. Lizentiatsarbeit am Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrum (WWZ) der Universität Basel, Basel.
- Brink, Wirth et al. 2005:** Lärmstudie 2000 Zusammenfassung, Brink, M., Wirth, K., Rometsch, R., Schierz, Ch., ETH Zürich - Zentrum für Organisations- und Arbeitswissenschaften, 2005.
- Conseil fédéral 2004:** Rapport sur la politique aéronautique de la Suisse, Berne
- OFEFP 2005:** Einfluss des Flugverkehrs auf die Avifauna – Schlussbericht mit Empfehlungen, Schriftenreihe Umwelt Nr. 376, B. Bruderer und S. Komenda-Zehnder, Herausgeber BUWAL, Bern, 2005. (en allemand)
- CONSAVE 2005:** Quantification of Constrained Scenarios on Aviation and Emissions - Foliensatz, DLH, DLR, NLR, QinetiQ, IIASA, MVA und Airbus, 2005.
- DLR 2005:** Forschungsbericht 2004-10/D, Nachtfluglärmwirkungen – Band 4 – Psychologische Wirkungen, Quehl J., Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Köln.
- ECOPLAN 2004:** Kriteriensystem für Nachhaltigkeit in der Luftfahrt, Ecoplan im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL), Bern.
- EMPA 2005:** Flughafen Zürich – UVB Vorläufiges Betriebsreglement Flughafen Zürich - Fluglärmrechnungen (Eingabe 22. 3. 2005), EMPA im Auftrag des BAZL, Dübendorf, 2005.
- EWI 1993:** Die Auswirkungen der Luftfahrt auf die Umwelt – Synthese, Elektrowatt Ingenieurunternehmen AG im Auftrag Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) und des Bundesamtes für Militärflugplätze (BAMF), Zürich, 1993.
- Intraplan 2005:** Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030 – Nachfrageprognose, Intraplan Consult i.A. BAZL, München, 2005.
- IPCC 1999a:** Aviation and the global atmosphere, Cambridge University Press, 1999.
- IPCC 1999b:** Special report on aviation and the global atmosphere.
- INFRAS/ECOSCAN 2004:** Nachhaltiger Luftverkehr – Vorstudie, INFRAS und Ecoscan im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL), Zürich/Lausanne.
- INFRAS 2003:** Pilotrechnung Infrastrukturkosten Luftverkehr Schweiz, Mandat de l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC).
- INFRAS/METRON 2006:** Luftfahrt und Nachhaltigkeit: Bestandesaufnahme – Perspektiven – Handlungsspielraum, Arbeitspakete 2-5:Lärm, Umwelt, Raumentwicklung, Wirtschaft, im Auftrag des BAZL, Zürich/Brugg
- INFRAS 2007a:** Luftfahrt und Nachhaltigkeit: Bestandesaufnahme – Perspektiven – Handlungsspielraum, Arbeitspaket 6, Gesellschaftliche Aspekte, in Zusammenarbeit mit Fritz Sager, im Auftrag des BAZL, Zürich

- INFRAS 2007b:** Externe Kosten des Verkehrs in Deutschland – Aufdatierung 2005, Ch. Schreyer, M. Maibach et al., im Auftrag der Allianz pro Schiene.
- INTRAPLAN 2005:** Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030 - Nachfrageprognose, München.
- Luftwaffe 2005:** Lärmkurven (in Form von GIS-Daten) für die Militärflugplätze Alpnach, Dübendorf, Emmen, Meiringen, Payern und Sion – Prognosen 2010, Luftwaffe (VBS), Dübendorf, 2005.
- Oliva 1995:** Lärmstudie 90. Belastung und Betroffenheit der Wohnbevölkerung durch Flug- und Strassenlärm in der Umgebung der internationalen Flughäfen der Schweiz. soutenu par le Fonds national de la recherche scientifique dans le cadre du PNR 26 «Homme, santé, environnement».
- Rapp Trans 2005:** Luftverkehr und Nachhaltigkeit AP1: Entwicklungsszenarien im Luftverkehr
- SIAA 2003:** Volkswirtschaftliche Bedeutung der Schweizerischen Landesflughäfen, rapport de synthèse, ouvrage collectif Infrac/Ecoplan/Güller Güller, Zurich/Berne, Juin..
- Skyguide 2005:** Politique aéronautique de la Confédération – Les services de la navigation aérienne sous la loupe , notice d’information.
- SWISS 2005:** Geschäftsbericht diverse Jahrgänge, SWISS International Air Lines AG, Basel.
- UBA 2006:** UBA-Gutachten: Verschärfung der Lärmgrenzwerte von zivilen Strahlflugzeugen, Öko-Institut e.V. im Auftrag des Umweltbundesamtes, Darmstadt, August 2006.
- Unique, 2005:** Umweltbericht 2004, Flughafen Zürich, Juni 2005.
- DETEC 2001:** Système d’objectifs et d’indicateurs de la mobilité durable (ZINV DETEC), version d’octobre 2001.
- Wirth 2004:** Lärmstudie 2000 – Die Belästigungssituation im Umfeld des Flughafens Zürich, Katja Wirth - ETH Zürich, Shaker Verlag, Aachen, 2004