

# Etude de Risque aux Tiers Aéroport Bâle-Mulhouse

– Sommaire –



basée sur l'Etude de Risque aux Tiers du partenariat  
GfL – Gesellschaft für Luftverkehrsforschung, Berlin, et  
Arcadis Trischler & Partner GmbH, Darmstadt

## Table des matières

Mandat	3
Objectif et Mission	3
L'EuroAirport Basel - Mulhouse - Freiburg	4
Potentiel de Danger	8
Méthodologie	9
Taux de Sécurité « Level of Safety » (LOS)	9
Risque Externe (External Risk)	9
Comparaison des Scénarios	11
Appréciation des Risques et Résultats	12
Taux de Sécurité « Level of Safety » (LOS)	12
Risque Individuel	12
Risque Collectif	13
Transport de marchandises dangereuses	16
Proposition d'actions	16
Bilan	18

### Point de contact :

Wirtschafts- und Sozialdepartement Kanton Basel-Stadt  
Ressort Verkehr  
Rathaus, Marktplatz 9  
CH - 4001 Basel

## Mandat

Par la signature de la Convention franco-suisse du 4 juillet 1949 relative à la construction et à l'exploitation de l'Aéroport de Bâle-Mulhouse, on avait créé la base du développement d'une infrastructure de trafic centrale dans la région tri-nationale du Haut-Rhin du sud. Aujourd'hui, l'Aéroport de Bâle-Mulhouse sert de carrefour du trafic aérien du nord-ouest de la Suisse, du Haut Alsace et du sud de Bade.

En 1998 le conseil d'administration de l'Aéroport décidait d'importantes investissements pour la modernisation et l'élargissement de l'aéroport, afin d'assurer le futur développement de l'entreprise. La Suisse et la France supportent les investissements par des fonds publics d'un montant de 67,5 Mio SFr chacune. La part de la Suisse est supporté à raison de la moitié par les Cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne. En rapport avec l'approbation de ces sommes d'investissement, en 1999 les parlements des Cantons chargeaient les deux gouvernements, ensemble avec l'aéroport et les autorités de la navigation aérienne de la Suisse et de la France, de commanditer une étude de risque (Ratification des parlements des Cantons de Bâle-Ville et de Bâle-Campagne du 14.01.1999).

A la fin de 1999, sous l'égide du Canton de Bâle-Ville et en commun avec les partenaires concernés français, allemands et suisses, ainsi qu'avec la participation de l'Office Fédéral de l'Aviation Civile suisse et de l'aéroport, un partenariat tripartite fut crée pour financer l'expertise de risque demandée. Finalement, suite à un appel d'offre international, en Mai 2000 on a confié la réalisation d'une étude de risque au groupement d'entreprises GfL (Gesellschaft für Luftverkehrsforschung) à Berlin et ARCADIS Trischler & Partenaires, S.a.r.l., à Darmstadt.

## Objectif et Mission

L'objectif de l'analyse du risque est de démontrer de façon objective les risques liés au service aérien, d'élaborer des recommandations de mesures à prendre pour diminuer le risque et ainsi contribuer à la création de confiance entre la population, l'aéroport et les administrations politiques.

Conformément à la mission d'étude, l'analyse du risque s'est concentrée sur l'établissement des risques dû au service aérien dans les alentours de l'EuroAirport.

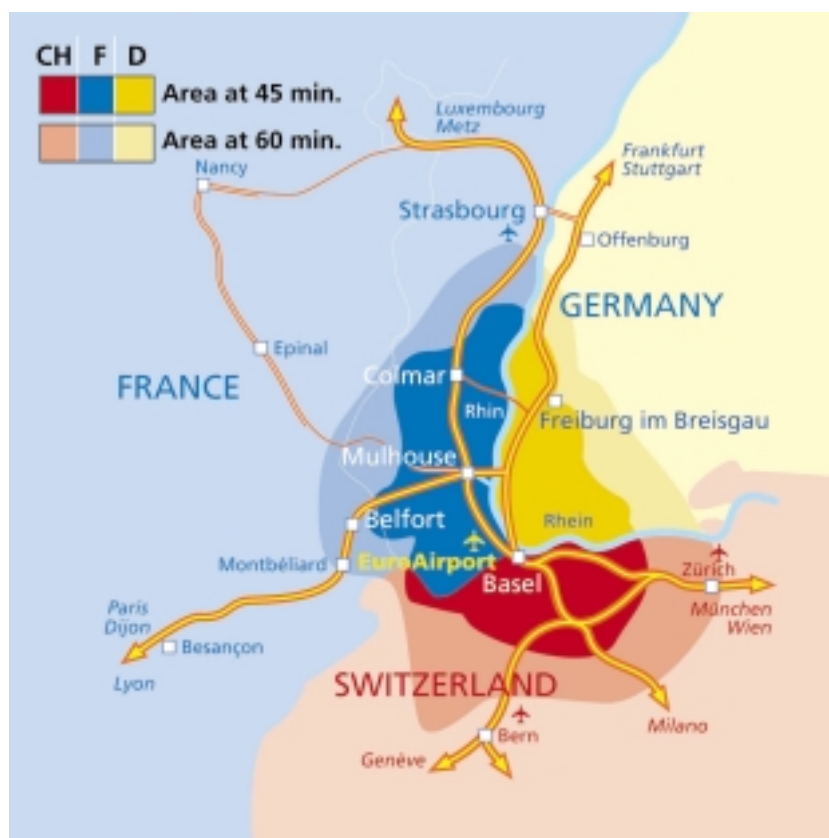
L'étude est basée sur tous les mouvements aériens pertinent au risque dans un rayon de 20 km autour de l'aéroport. On a analysé les arrivés et les départs de l'Aéroport Bâle-Mulhouse en excluant

75% de tous les accidents sont liés aux départs et aux atterrissages, donc liés au sol et concernent l'espace voisin de l'aéroport.

les survols. Le transport aérien de marchandises dangereuses était également étudié avec une attention particulière. L'analyse était réalisée sur la base d'une comparaison de scénarios. Le point de départ (scénario de référence) est le volume de trafic aérien de l'année 1999. Pour la comparaison on a considéré le développement du trafic aérien à l'EuroAirport jusqu'en 2010 (scénario de pronostic). Le scénario pour 2010 était basé sur des pronostics disponibles de croissance du trafic aérien. La structure de l'habitat et de l'industrie, ainsi que la répartition des populations étaient supposées inchangées en raison d'un manque de disponibilité d'indicateurs fiables de changement.

### L'EuroAirport Basel - Mulhouse - Freiburg

L'Aéroport de Bâle-Mulhouse est situé dans la plaine alsacienne près du triangle des trois pays - la France, l'Allemagne et la Suisse.



Dans cette position l'EuroAirport est utile à un secteur tri-national, dans lequel vivent près de quatre millions d'habitants, dans un rayon de 60 minutes de conduite automobile. En tant que carrefour de trafic aérien à l'intérieur de l'Europe, avec ses connexions directes et rapides aux centres économiques et culturels les plus importants, l'EuroAirport est un des garants pour l'attraction économique et touristique de toute la région TriRhena qui présente une structure

économique et industrielle variée et dense tout autour de l'aéroport. Avec provisoirement 6.000 employés et 150 entreprises locales, l'aéroport est aujourd'hui un des plus importants facteurs de développement économique et social de la région.

Les domaines les plus importants sont la Chimie, la Biotechnologie (Bio Valley situé dans la région du Haut Rhin), l'Electronique, la construction automobile, les Banques et Assurances.

L'EuroAirport dispose de deux pistes (voir illustration en page 6) : une piste principale nord-sud d'une longueur de 3.900 m et une piste en travers est-ouest de 1.600 m. Pour permettre d'opérer sur la piste en travers davantage de décollages de petits et moyens avions vers l'ouest, en hiver 2000/2001 cette piste fut prolongée vers l'est de 220 m à 1.820 m, sans pour autant de déplacer le seuil d'atterrissage pour les approches de l'est.

En tant que carrefour du trafic européen, en comparaison avec d'autres importants aéroports régionaux européens, l'EuroAirport dispose d'une situation stable. Globalement, le développement du trafic de l'aéroport correspond à la moyenne européenne. En 1999 (scénario de référence) quelques 125.000 décollages et atterrissages étaient opérés à l'EuroAirport (EAP), dont 82% de trafic aérien commercial. Le nombre de passagers était de 3,6 millions, dont 75 % pour les lignes aériennes régulières, correspondant à l'offre de vols à l'EAP et le quart restant pour le trafic vacancier. 18 % des passagers étaient en transit à l'EuroCross-Hub de Crossair. Le volume de fret avionné était de 70.000 tonnes.

En 2000 quelques 127.000 vols (+2%) avaient été enregistrés. La part du trafic commercial était autour de 83 % . Le nombre de passagers augmentait de 5 % à 3,8 millions, dont 78% pour les lignes aériennes, 24% en transit inclus. Le fret avionné augmentait de 11 % à quelques 77.000 tonnes.

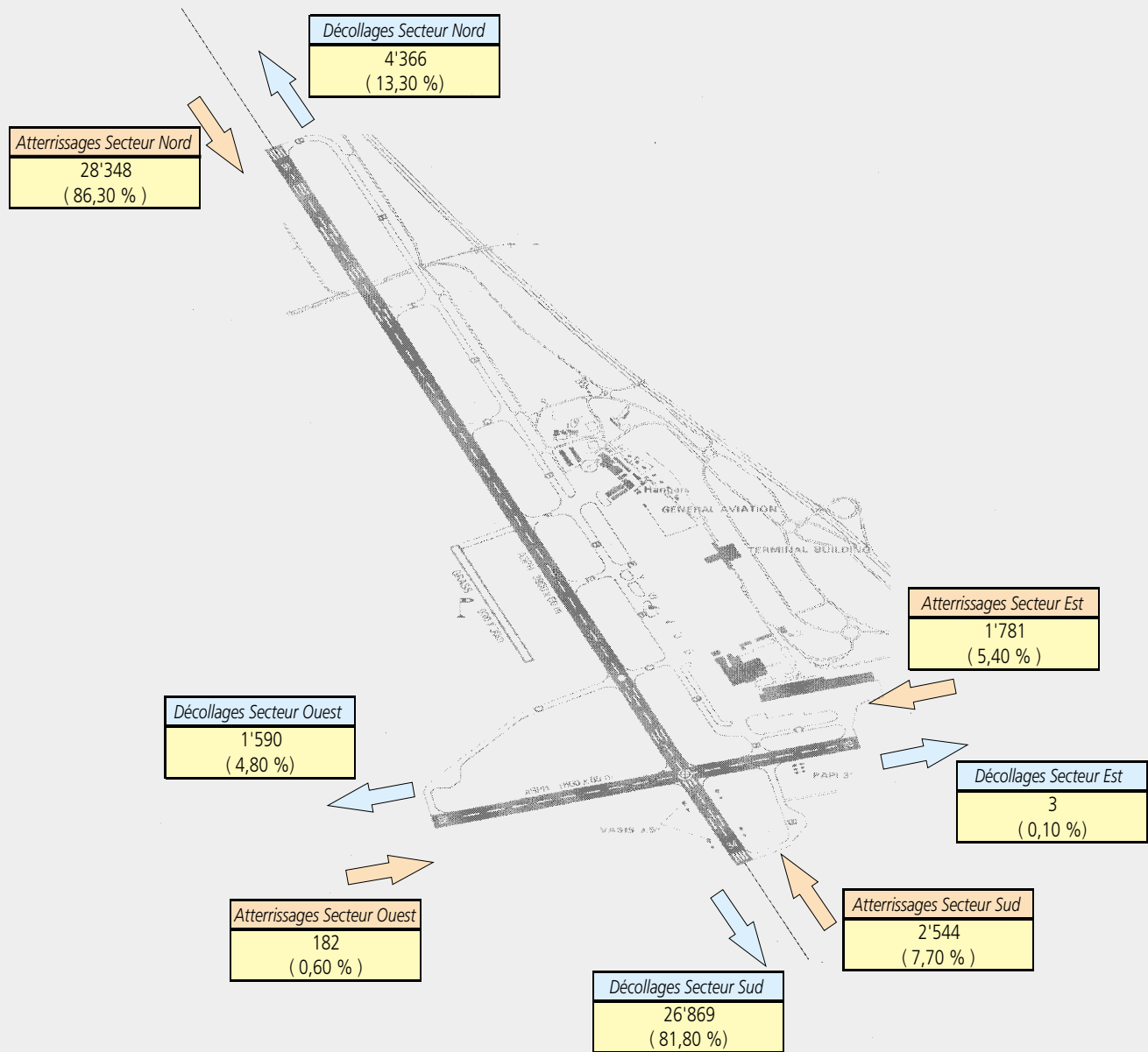
Pour éviter d'un côté des déformations par des fluctuations saisonnières, et pour pouvoir faire des calculs dans le sens de suppositions « worst-case » (cas pire / désavantageux) de l'autre, similaire au principe appliqué pour le calcul des zones d'émission de bruit, on fait référence aux mouvements opérés pendant les six mois les plus chargés d'une année. Pour l'Aéroport de Bâle Mulhouse, ces mois vont de mai à octobre.

Pendant cette période en 1999, 65.683 départs et atterrissages furent enregistrés à l'EuroAirport

L'illustration à la page suivante montre la répartition des mouvements (atterrissages et décollages) en différentes directions, importante pour l'analyse de risque. On indique le nombre d'atterrissages respectivement décollages dans la direction correspondante pendant les six mois les plus chargés de l'année 1999, ainsi que le pourcentage d'atterrissages respectivement décollages pour chaque direction pour la dite période. On constate clairement, que la plupart des arrivées viennent du nord (86,3 % des atterrissages) et que la plupart des départs décollent vers le sud (81,80% des départs).

## Répartition des mouvements

(Atterrissages et décollages) en différentes directions avec pourcentage  
Référence: les six mois les plus chargés de l'année 1999.



A l'EuroAirport on utilise de préférence d'avions d'un poids moyen, dont le poids total au décollage se situe entre 7 t et 136 t. Relatif au nombre total des mouvements, la part de ces types d'avion est de 75 % environ. Des aéronefs de la classe « lourde » d'un poids excédant 136 t (par exemple Boeing 747) n'ont qu'une part de 2 % des mouvements à l'EuroAirport.

Il existent à tous les aéroports et pour toutes les directions d'approche et de départ des routes standard prescrites, qui sont publiées dans les documents officiels de l'aviation civile internationale. A cause de différents facteurs comme par exemple la météorologie, le vent, la vitesse des aéronefs ou même d'instructions de guidage des contrôleurs aériens, il en résulte en pratique un éventail de routes réellement utilisées. Non seulement les routes standards mais encore les déviations observées ont été prises en considération pour l'analyse du risque. L'illustration suivante (source : Office Fédéral de l'Aviation Civile, Bern) montre en exemple un dessin des tracés au sol des vols dans la période du 26.08.2000 (16h48) au 28.08.2000 (16h48) à l'Aéroport de Bâle-Mulhouse. Pour une meilleure orientation les deux pistes de l'EuroAirport sont dessinées au centre de l'image.

En 1999, les types d'avions suivants représentaient la partie majeure du total des mouvements enregistrés à l'EuroAirport (sans exception membre de la classe « poids moyen » :

Saab 2000	30,5%
SaabFairchild 340	12,6%
BAE 146	6,9%
Piper PA28	5,6%
A 320, A 319, A 321	4,8%
Fokker 50	3,9%



## Potentiel de Danger

Par principe, pendant l'analyse de risque pour l'Aéroport de Bâle Mulhouse, deux différentes situations de risque étaient examinées.

Voir « Taux de Sécurité »  
dans le chapitre suivant

D'un côté on a considéré le danger pour des aéronefs entre eux à cause de possibles collisions / rapprochements en air. Toutefois ce type de collision est extrêmement rare. Grâce à un sens de sécurité très développé dans l'aviation, déjà un rapprochement d'aéronefs en dessous d'une distance bien définie (séparation minimale) est considéré d'intolérable.



Du point du modèle, chaque avion est entouré d'une zone de protection (« séparation minimale »). Si deux telles zones se touchent, on parle d'un « rapprochement critique »

Voir « Risque Collectif »  
dans le chapitre suivant

De l'autre côté on a déterminé le danger pour les habitants autour de l'aéroport suite à la chute d'un avion. Dans ce contexte on a également considéré les conséquences d'une chute d'avion sur des installations en proximité de l'aéroport potentiellement menacées (par exemple des sites de production de l'industrie chimique).

Les marchandises dangereuses sont des matières ou des objets, qui, à cause de leur nature, leur caractère ou leur état, liés avec leur transport, peuvent présenter un danger pour la sécurité public ou pour l'ordre public, particulièrement pour des biens communs importants, pour la vie et la santé des hommes ainsi que pour des animaux et des objets.

Pendant l'analyse de risque on a également considéré le risque supplémentaire causé par le transport de marchandises dangereuses. Il est à noter que le transport de marchandises dangereuses est soumis à des règlements internationaux de sécurité draconiens. Les règlements / directives techniques de l'Organisation Internationale de l'Aviation Civile (angl. ICAO) relatifs au transport de marchandises dangereuses par air, contiennent un catalogue de plusieurs centaines de produits soumis à des restrictions diverses lorsqu'ils sont transportés par air. Ils contiennent entre autres des règlements d'emballage et d'étiquetage, des restrictions de quantité pendant le transport de passagers ou de fret, jusqu'à l'exclusion du transport aérien (quelques 250 substances). Ceci conduit à la conclusion, que le kérosène à bord d'un avion en chute présente un danger bien plus important que le risque supplémentaire à cause du transport aérien de marchandises dangereuses.

## Méthodologie

Pour l'analyse quantitative de la sécurité aérienne, deux modèles statistiques étaient utilisés qui permettent, comme décrit plus haut, de calculer les potentiels de danger pour les participants au trafic aérien d'un côté, et pour les non-participants de l'autre.

A l'heure actuelle, il n'existe pas de modèles ratifiés par la loi pour quantifier la sécurité aérienne ni en Suisse, ni en France, ni en Allemagne. Néanmoins, les modèles appliqués dans cette étude sont régulièrement utilisés lors de ratifications de projets aéroportuaires en Allemagne et d'autres pays européens.

### Taux de Sécurité « Level of Safety » (LOS)

La détermination du danger probable pour les participants au trafic aérien s'est produite par l'analyse de la charge de l'espace aérien dans la zone étudiée. Cette charge est exprimée par la réserve de séparation, et par la déduction en suite d'une mesure de la sécurité (Level of Safety, LOS).

Pour une opération sûre du trafic aérien, des valeurs minimales à respecter (normes de séparation) entre avions à l'atterrissage ou au décollage sont prescrites. Elles dépendent entre autres du poids individuel des aéronefs. Pour déterminer la réserve de séparation, on étudie d'abord, quelle séparation moyenne est nécessaire pour pouvoir opérer le trafic donné. En suite on compare la valeur moyenne avec les normes de séparation prescrites par la loi. Cette comparaison détermine la réserve de séparation, qui indique donc les réserves disponibles pour la séparation. Le calcul de la réserve de séparation est un premier pas vers la détermination du «Level of Safety» (taux de sécurité).

Le « Level of Safety » (taux de sécurité) est basé sur la réflexion, que le danger pour un participant au trafic aérien augmente avec l'augmentation de la densité et de la complexité du trafic. D'un point de vue technique, ce potentiel de danger est principalement influencé par la capacité des aéronefs de suivre des routes prescrites. Pour la détermination du LOS, basée sur les pointes de trafic (nombre maximal de mouvements par unité de temps), on détermine d'abord la densité moyenne de séparation pour les départs et les arrivées. Cette dernière et la réserve de séparation permettent de dériver un index de la fréquence de rapprochements critiques (le LOS). Donc, le LOS n'est pas à assimiler à un nombre statistique d'accidents, mais exprime plutôt, combien de fois un rapprochement critique pour un trafic donné peut être attendu.

### Risque Externe (External Risk)

En plus du calcul du « Level of Safety » comme mesure du danger pour des personnes participant au trafic aérien, on a déterminé le risque pour des personnes qui ne participent pas directement au trafic aérien. La détermination du risque externe est basée sur l'exploitation statistique de bancs de données, dans lesquelles des accidents d'avion sont décrites en détail. Sur cette base, en tenant

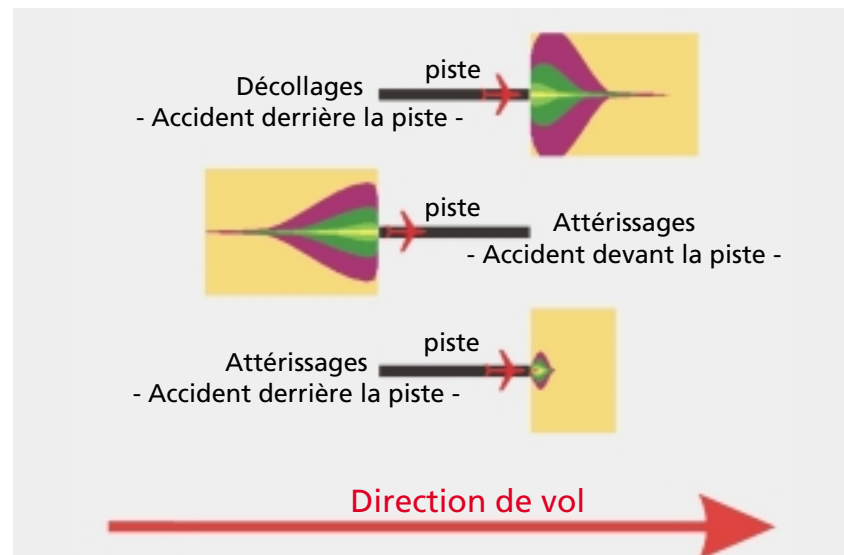
La réserve de séparation indique quelles sont les « réserves / exigences » concernant la séparation (= distance de deux avions successifs) par rapport aux valeurs requises par la loi dans l'espace étudié.

Le LOS est une mesure pour quantifier la sécurité d'un espace aérien donné. Cette mesure a été définie par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (angl. ICAO) et exprime le nombre de contacts possibles des zones de sécurité de deux avions (rapprochement critique) par heure (voir illustration page 8). Le LOS n'exprime pas un risque d'accident mais un risque de conflits.

compte des conditions locales (utilisation des pistes etc.), on emploie des modèles mathématiques qui permettent de calculer la probabilité d'un accident pour un endroit quelconque dans les alentours de l'aéroport, et basé sur ce résultat de calculer le danger possible des personnes. Pour les calculs on tient compte également d'informations relatives à des installations en danger potentiel.

Par principe, on peut distinguer trois types d'accidents:

Le diagramme montre les caractéristiques suivantes: pour les décollages on ne connaît que des accidents derrière la piste, pour les atterrissages on connaît les deux types: accidents devant et derrière de la piste. On peut constater que le nombre d'accidents diminue avec une distance croissant entre la piste et l'avion.



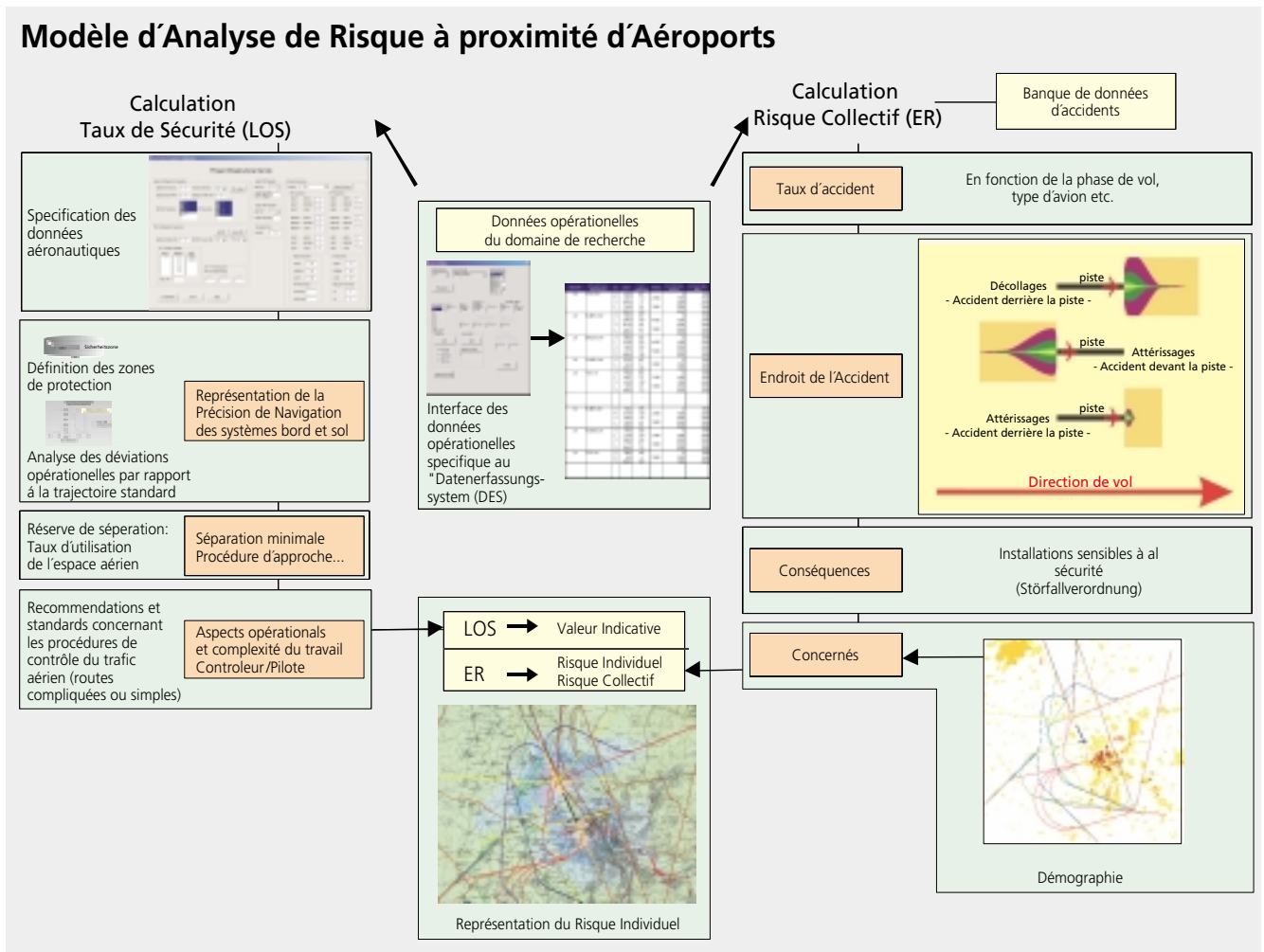
Pendant la détermination du risque externe on a fait d'une part des calculs relatifs au risque individuel et d'autre part au risque collectif.

Le *risque individuel* renseigne, avec quelle probabilité une personne, qui se trouve continuellement à un endroit donné dans la zone étudiée, risque d'être tuée à cause d'un accident d'avion.

En complément, dans le cadre de l'analyse du risque externe, on a déterminé le soit disant *risque collectif*. Il est défini comme la probabilité qu'un groupe de plus de n personnes meurt en même temps à cause d'un accident d'avion. Le risque collectif se réfère à toute la zone étudiée. A cause de sa taille la densité de la population joue un rôle important. Si personne ne se trouve dans la zone concernée, le risque collectif est zéro par définition.

La figure suivante donne une vue d'ensemble des modèles utilisés pour l'analyse des risques potentiels dans la zone proche de l'aéroport, et leur corrélation.

Cette probabilité est démontrée par des zones à risque dans les alentours de l'aéroport.



## Comparaison des Scénarios

Puisque des valeurs limites légales d'admissibilité de risques du trafic aérien ne sont pas disponibles pour l'instant, la valeur de l'analyse de risque présente se base sur la comparaison des résultats des scénarios définis.

Le scénario de référence choisi dans le cadre de l'analyse de risque est basé sur le volume de trafic aérien réel de l'Aéroport Bâle-Mulhouse en 1999. Dû à des modifications du contrôle européen du trafic aérien, une nouvelle structure de l'espace aérien entra en vigueur le 18 mai 2000 (EAM04). En particulier il en résultait une distribution modifiée du trafic aérien aux différentes routes de départ. Pour conserver l'actualité du scénario de référence, on a appliqué cette nouvelle structure de l'espace aérien aux chiffres du trafic de l'année 1999.

Pour le scénario de pronostic, qui est axé sur l'année 2010, une augmentation du trafic de 45 % par rapport au scénario de référence fut définie. Ceci en supposant que le tracé des routes et le partage du trafic ne changerait pas. Egalement la répartition de la population et la structure de l'habitat et de l'industrie furent supposées inchangées.

EAM04 = European Airspace Model (simulation version 4); système de simulation de l'espace aérien de l'Organisation Européenne pour la Sécurité de la Navigation Aérienne, EUROCONTROL, responsable en grande partie pour l'implémentation de la nouvelle structure. Ces changements de routes ont été implémentés dans l'espace aérien suisse sous le sigle du projet CIL0 (Capacity Increase in Lower Airspace).

Le prolongement de la piste est-ouest, déjà mentionné, n'était pas encore terminé en 1999 et ne constitue donc pas un élément pour le scénario de référence. Puisqu'au moment de la réalisation de l'étude il n'existait pas de données fiables sur les modifications du déroulement du trafic lesquelles pourraient résulter du prolongement de la piste est-ouest à l'horizon de 2010, cette mesure n'était pas prise en compte pour le scénario de pronostic non plus.

## Appréciation des Risques et Résultats

### Taux de Sécurité « Level of Safety » (LOS)

Par rapport au scénario de référence, le surplus de séparation prévu dans le scénario de pronostic (prévisions pour l'an 2010) se réduit jusqu'à 10 % par rapport à la charge du trafic moyenne, aussi bien pour les arrivées que pour les départs. Il en reste néanmoins un potentiel de sécurité de facteur deux à quatre: Ceci veut dire que la séparation entre avions, nécessaire pour la charge du trafic supposée (la séparation minimale) reste en moyenne toujours le double ou le quadruple de la séparation requise par les procédures de contrôle locales. Compte tenu de ce fait, la réduction du potentiel de séparation peut être considérée comme non critique.

Pour le scénario de référence, la valeur LOS la plus désavantageuse (la plus élevée) est de 1:118.000. Ceci représente un rapprochement critique sur 118.000 vols. Ce chiffre sert de valeur de limite (Target Level of Safety, TLS) pour le scénario de pronostic.

Pour l'instant, il n'existe pas de valeur limitant officielle du LOS. Pour cette raison le Target Level of Safety (« target » = cible) fut introduit comme valeur visée. En détail, il repère au LOS trouvé pour le scénario de référence. Vu que ce scénario put prouver un service aérien sûr, un scénario de prévisions ne doit théoriquement pas dépasser cette valeur.

La valeur LOS la plus élevée du scénario de pronostic de 1:117.000 surmonte légèrement le TLS de 0,4 %. En grande partie, cette augmentation est due à l'augmentation prévue du trafic. La valeur LOS calculée pour ce scénario représente donc un rapprochement critique pour 117.400 mouvements d'avions, c'est à dire 600 de moins. Comme cette différence de 600 vols représente moins de 1% du trafic supposé pour le scénario de pronostic (pendant les 6 mois les plus chargés), le dit dépassement du TLS est considéré marginal. En conséquence, on peut considérer que le niveau de sécurité correspond presque à la valeur de référence actuelle.

Aux heures de trafic de pointe, on note déjà pour la situation actuelle une utilisation maximale de la piste principale. Il en résulte, qu'aux heures de pointe, on ne peut mathématiquement pas accepter d'avantage de mouvements. En conséquence, à l'avenir, l'augmentation du trafic prévue doit être opérée hors de ces heures de pointe.

### Risque Individuel

A l'examen du risque individuel, il est généralement à constater, que l'étendue des zones à risque individuel aux alentours de l'EuroAirport est comparable à la situation à d'autres aéroports de même taille.

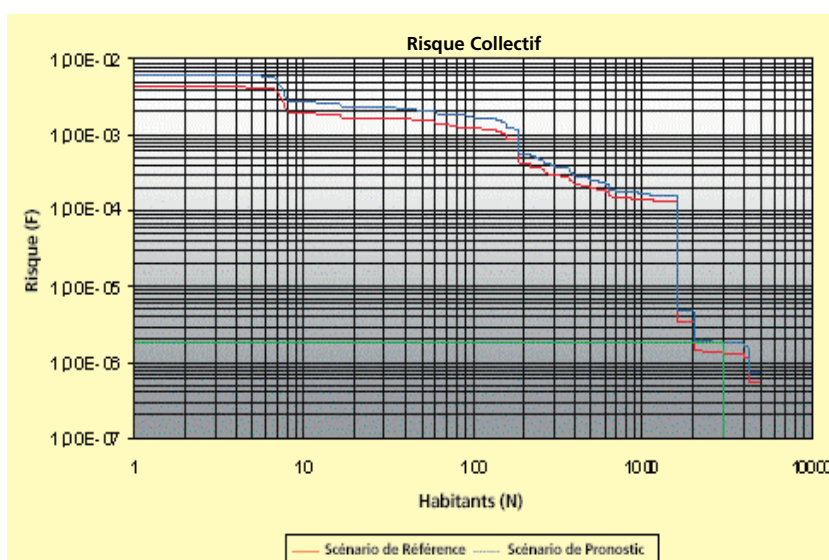
Par principe, l'augmentation du trafic supposée pour le scénario de pronostic, conduit à une extension des zones à risque. Cependant, aussi bien dans le scénario de pronostic, les zones peuplées (situées particulièrement au sud et à l'est de l'aéroport), ne sont concernées que par des valeurs de risque inférieures à 1:5.000. D'autant plus on peut constater, que la situation à l'Aéroport Bâle-Mulhouse est comparable à celle d'autres aéroports de l'Europe central étudiés. Cependant, une comparaison isolée des chiffres absolues avec celles trouvées pour d'autres aéroports n'est pas possible sans interprétation très distinguée dû à l'influence très individuelle de certains paramètres (composition du trafic, distribution du trafic en temps et espace, etc).

A cause de l'extension des zones à risque individuel, l'augmentation du trafic supposée dans le scénario de pronostic (augmentation de 45%), conduit à une augmentation du chiffre d'habitants concernés. Les valeurs de risque individuel de 1:10.000 respectivement 1:100.000 conduisent ainsi à des augmentations de 18% respectivement 31% à risque individuel égal.

La carte suivante démontre les zones à risque individuel pour le scénario de pronostic: Elle démontre clairement les zones à risque individuel dépendantes de la structure des routes aériennes, particulièrement à l'est de l'aéroport, où l'on peut constater des valeurs de risque quelque peu plus élevées autour des installations sensibles à la sécurité.

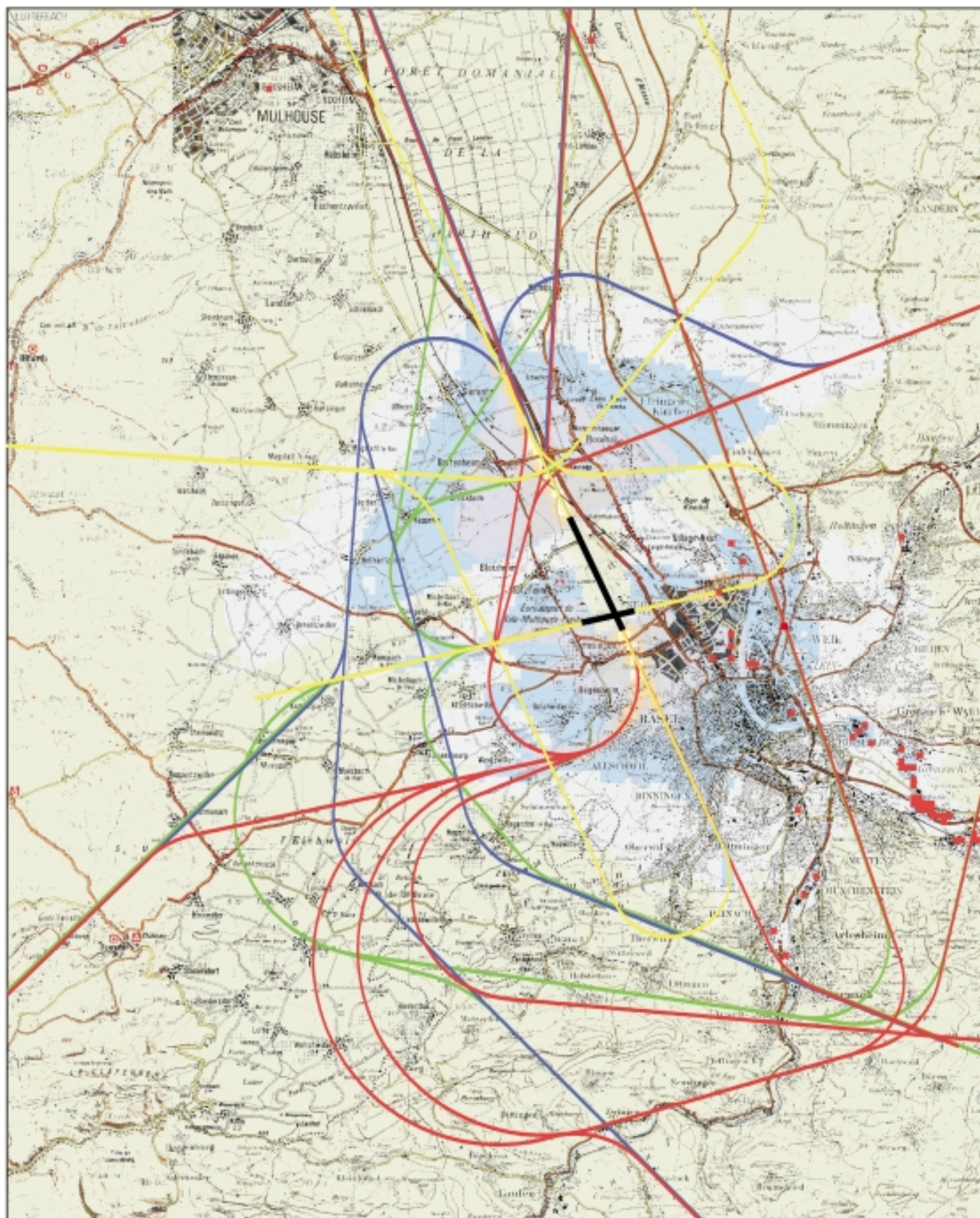
### Risque Collectif

Le risque collectif est généralement démontré par des diagrammes de fréquence. On peut lire dans un tel diagramme, quelle est la probabilité qu'à l'occasion d'une chute d'avion un nombre déterminé de personnes (n) ou plus subirait un sort fatal. Les résultats présentés dans le diagramme, qui va suivre, tiennent compte de la totalité de l'environnement étudié de l'EuroAirport. Généralement, le calcul du risque collectif - au contraire du risque individuel - ne permet pas de formuler une relation géographique des résultats.



Une valeur de 1:5.000 pour un endroit déterminé peut être interprétée de façon simplifiée, comme quoi il faut une présence à cet endroit théoriquement sans interruption (chaque fois pendant les 6 mois de charge de trafic maximale) pendant 5.000 ans, avant de mourir à cause d'un accident d'avion. Néanmoins de telles résultats statistiques ne peuvent donner une indication, à quel moment pendant cette période un accident aura réellement lieu.

L'exemple dessiné en vert explique le diagramme : Pour qu'au moins 3.000 habitants (N = 3.000) meurent à cause d'un accident d'avion, référant au scénario de pronostic (ligne bleue), la probabilité est un peu moins que 2 fois 10 puissance -6 (1x10 puissance -6 est désigné dans le diagramme comme F = 1,00E-6); autrement dit, cette probabilité est de 1 :500.000. (1 :250.000 tenant compte de la période choisie des 6 mois de charge de trafic maximale) De façon simplifiée, cette valeur de 1:250.000 peut être interprétée comme fait qui se passe une fois tous les 250.000 ans.





Contexte

Routes standards de départ et d'arrivée

- Routes standards d'arrivée toutes directions
- Routes standards de départ pour la piste 16
- Routes standards de départ pour la piste 34
- Routes standards de départ pour la piste 26

Installations industrielles sensible à la sécurité

- Installation jugée sensible à la sécurité relevant à SEVESO III

Risque Individuel (ER)

- <  $10^{-4}$
- $10^{-4}$  bis  $10^{-3}$
- $10^{-3}$  bis  $10^{-2}$
- $10^{-2}$  bis  $10^{-1}$
- $10^{-1}$  bis  $10^0$
- $10^0$  bis  $10^1$
- >  $10^1$



Source: Data Transportation

Expertise <b>Etude de Risque aux Tiers</b> <b>Aéroport de Bâle-Mulhouse</b>	Echelle 1:50.000
Produit par 	Date 16.03.2001
Contenu Zones de Risque Individuel Scénario de Pronostic 2018	Numéro de plan

Non plus, une comparaison immédiate des résultats présentés lors de cette étude avec d'autres chiffres de risques collectifs exprimés par exemple pour des installations industrielles sensibles à la sécurité n'est pas valable: Conformément aux effets à l'environnement très spécifiques résultant d'un accident d'un aéronef, les résultats de l'étude de risques supposent - comme déjà discuté - un « worst case » (le pire cas): Par conséquence, on assume, que tout individu étant présent dans la région touchée par l'accident va mourir définitivement. Une telle mortalité de 100% n'est souvent pas supposée pour des installations industrielles bien déterminées. Par suite, les chiffres exprimés dans le diagramme suivant sont globalement élevés par rapport à ceux diffusés pour des installations industrielles.

Le diagramme montre le risque collectif dans l'ensemble de l'environnement de l'EuroAirport, aussi bien pour le scénario de référence que pour le scénario de pronostic. Il est à noter que les axes du diagramme sont gradués de façon logarithmique. Donc, entre les valeurs indiquées des habitants (N) et des risques (F) un coefficient de 10 est à appliquer. Il en résulte une augmentation moyenne du risque collectif dans le scénario de pronostic par rapport au scénario de référence, pour un nombre de n personnes ou plus donné, de quelques 34 %. Comme déjà expliqué, pour les deux scénarios on a supposé de conditions constantes (entre autres un système de pistes inchangé dans une structure de l'espace et une distribution du trafic dans l'espace inchangés, ainsi que, ce qui est essentiel pour l'analyse du risque collectif, une structure inchangée des zones d'habitat et de l'industrie). Pour cette raison, la variation du risque collectif est causée uniquement par le trafic accru supposé dans le scénario de pronostic.

Les résultats sont considérablement influencés par les installations sensibles à la sécurité, implantées à l'est de l'aéroport, car elles se trouvent en partie à proximité de zones d'habitations.

#### **Transport de marchandises dangereuses**

Le transport de marchandises dangereuses ne permet pas à en déduire un danger spécifique pour les habitants. Les bases de données des accidents ne permettent pas de montrer de potentiel de risque augmenté pour le transport de fret par rapport au transport de passagers. Les vols avec fret, et donc le transport de marchandises dangereuses par des opérateurs aériens en Europe, ont à peu près la même probabilité d'accident que les vols avec passagers. A cause de l'événement extrêmement rare de tels accidents, une augmentation du potentiel de risque pour le transport de marchandises dangereuses ne peut pas être prouvée.

#### **Proposition d'actions**

Suite aux calculs concernant l'analyse des risques du au trafic aérien, de divers actions complémentaires furent proposées. Ces propositions sont, à l'instant, à considérer comme conseils purement qualitatifs. Une preuve et justification demeurent pour une

quantification ultérieure à cette étude. Une telle preuve devrait d'autant plus considérer des facteurs supplémentaires comme par exemple les émissions sonores locales. Vu que l'analyse de risques prévoit une augmentation du trafic basée sur des conditions identiques (entre autres système de pistes, structure de l'espace aérien et distribution du trafic inchangés), les actions suivantes sont appropriées à diminuer les risques:

- Du concept actuel d'utilisation des pistes résulte une utilisation intense de la piste nord/sud de l'Aéroport de Bâle-Mulhouse pour les départs vers le sud et ainsi sur des endroits très peuplés (Hégenheim, Allschwil, ville de Bâle, Binningen, etc.). Une utilisation plus intense de la piste en travers est/ouest pourrait (aussi à cause de son prolongement actuellement en cours) contribuer à optimiser les opérations et peut ainsi être considérée comme avantageuse d'un point de vue sécurité des vols.
- Actuellement, des installations sensibles à la sécurité, situées à l'est de l'aéroport, sont survolées à basse altitude en approche par l'est. Dans ce contexte il serait utile d'étudier des options de procédures d'approche différentes. Dans cette optique, les départs vers l'est sont également à considérer désavantageux.
- Déjà à l'heure actuelle, la charge du système de pistes est à son maximum en période de pointe. Pour éviter une augmentation accrue des mouvements pendant des heures journalières très demandées, des mesures de coordination du trafic seraient utiles: Une possibilité consisterait à augmenter la part du trafic coordonné de Bâle étant gérée par une allocation de créneaux. Le résultat de cette mesure serait en pratique, que les avions ne pourraient décoller qu'à des heures coordonnées au niveau européen (slots). En tout cas il est certain que, sans intervention de l'extérieur, les demandes ponctuelles aux heures de pointe vont augmenter.
- Les expériences faites à d'autres aéroports montrent, que l'utilisation de systèmes électroniques de coordination d'arrivées et de départs, en tant que système d'assistance, aident les contrôleurs à optimiser les flux (voir le système TACO à l'Aéroport de Zürich). En plus, à l'EuroAirport, on devrait étudier l'utilisation des techniques radar spécifiques pour diminuer les distances minimum radar, car ceci résulterait en une augmentation de la capacité de l'espace aérien utilisable et ainsi du potentiel de sécurité disponible.
- A l'Aéroport de Bâle-Mulhouse, l'installation d'un système de guidage ILS (Instrument Landing System) pour les approches venant du sud vers la piste principale est planifiée. Cette procédure d'approche ne devrait servir que d'aide supplémentaire pour des approches venant du nord sous des conditions météorologiques contraignantes, et non conduire à des survols accrus des régions situées au sud de l'aéroport. Compte tenu de ces dispositions, une telle installation est à considérer comme une contribution importante à la sécurité du trafic en mauvaises conditions météorologiques.

L'allocation de créneaux peut espacer le trafic en temps; ceci peut conduire à une réduction de la probabilité de rapprochements critiques.

Des systèmes spécifiques de coordination et de radar, assistés par ordinateur, peuvent identifier le trafic de façon plus précise.

## Bilan

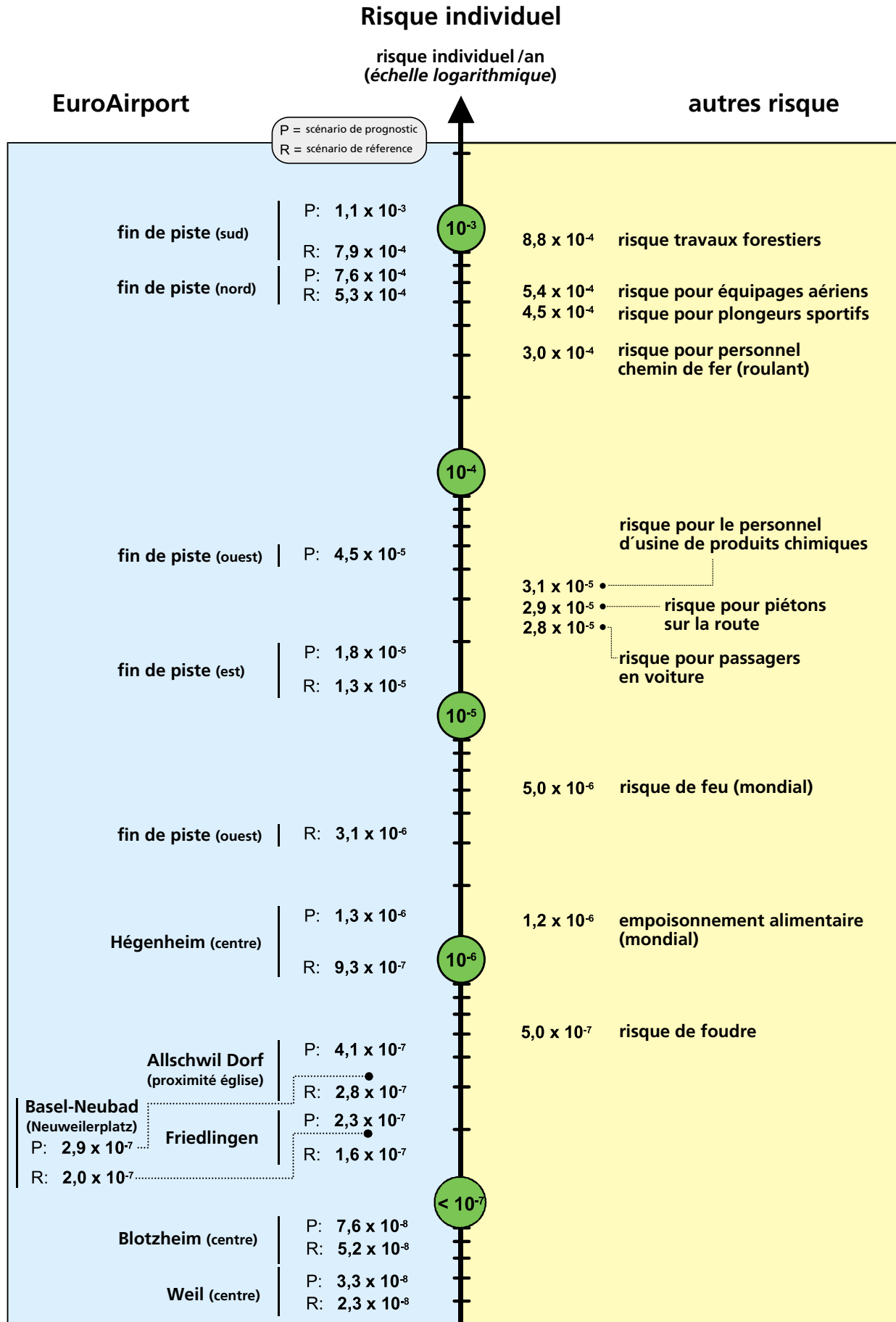
Les résultats de l'analyse de risque à l'Aéroport de Bâle-Mulhouse présentés plus haut montrent dans l'ensemble que la situation à l'EuroAirport est sûre en vertu des scénarios présumés et des risques étudiés.

Par principe, le trafic aérien d'aujourd'hui à l'EuroAirport se déroule de façon sûre. Comme le montre la comparaison des valeurs LOS des scénarios de pronostic et de référence, même un volume plus grand du trafic aérien futur (on a supposé une augmentation du trafic de 45% jusqu'en 2010) peut être opéré dans un cadre sûr. Cependant des mesures seront nécessaires pour faire face à des manques de capacité, auxquels on peut s'attendre. Les procédures proposées pour le guidage plus efficace des vols et le déroulement du trafic aux heures de pointe constituent des conditions appropriées.

Les résultats du risque individuel indiquent également une situation sans problèmes. En plus, la distribution et l'ordre de grandeur des valeurs de risque correspondent à la situation d'autres aéroports européens de dimensions similaires à celles de l'EuroAirport. La probabilité de 1:25.000 ( $=4 \times 10^{-5}$ ) à 1:5.000 ( $=2 \times 10^{-4}$ ), qu'un individu puisse perdre sa vie à cause d'une chute d'avion, même dans les habitations les plus près des pistes, n'est pas plus élevée que par exemple celle d'un conducteur de train de perdre sa vie en exercice de son métier (voir schéma suivant; valeurs suisses). Même pour les travaux forestiers, le risque individuel est considérablement plus élevé. Ceci est valable aussi bien pour le scénario de référence que pour celui du pronostic. Il est à noter néanmoins, que le risque d'un métier est généralement subi librement, tandis que le risque d'un accident d'avion ne l'est pas. D'autres comparaisons montrent, encore une fois aussi bien pour le scénario de référence que pour le scénario de pronostic, que le risque constaté d'exposition de la population aux accidents d'avions à proximité des aéroports, est du même ordre que les risques de la vie quotidienne auxquels l'homme est exposé chaque jour, respectivement auxquels il s'expose tous les jours (par exemple accident mortel dans la circulation routière ou mort par la foudre). Par rapport au scénario de référence, le risque individuel dans les endroits habités autour de l'aéroport, dans le pire des cas, est de 1:5.000. La plus part de la population, selon la situation par rapport au système de pistes, subit des valeurs de risques entre 1:10.000.000 et 1:1.000.000. Le risque dans le scénario de pronostic est légèrement plus élevé. A l'examen de ces résultats de l'analyse des risques, il faut d'ailleurs retenir, que dans le scénario de pronostic on a pris compte d'aucune hypothèse relative à des développements destinés à augmenter la sécurité dans les domaines du guidage des vols ou de la technique des avions.

La représentation du risque collectif montre une image similaire. Compte tenu de l'augmentation du trafic de 45 % jusqu'en 2010, il en résulte du scénario de pronostic pour un nombre donné de personnes concernées (n) un risque augmenté de 34 % par rapport au

Ceci veut dire, qu'un cas de décès suite à une chute d'avion peut être attendu une fois dans 5.000 à 25.000 ans (sous condition d'un séjour dans ces endroits pendant les 6 mois les plus chargés à l'EuroAirport).



scénario de référence. En conséquence, le risque collectif augmente moins que le volume du trafic aérien. En comparaison avec d'autres risques collectifs, par exemple le risque encouru par des installations de production chimique, les deux courbes de risque collectif, qui ont été calculées pour la totalité des zones étudiées autour de l'EuroAirport, montrent des valeurs de risque sensiblement plus élevées. Ce qui veut dire qu'un accident fatal pour, par exemple, 100 personnes est plus probable à cause d'un accident d'avion qu'à cause d'un accident industriel.

Assurément, de telles comparaisons de risques collectifs ne sont autorisées qu'avec un soin particulier. Ainsi, d'un côté, il est important de tenir compte des périodes étudiées. Par exemple, dans le cadre de l'analyse du risque, comme il est mentionné plus haut, et au sens d'une considération "worst-case" (cas pire / désavantageux) on a présumé comme représentatif les six mois les plus chargés de l'année et non la moyenne annuelle du trafic. De l'autre côté, il faut tenir compte des caractéristiques particulières des catastrophes à comparer: Ainsi, un accident d'avion va concerner en priorité des passagers et des membres de l'équipage d'un aéronef, tandis qu'un incident dans une installation de l'industrie chimique ou dans une centrale nucléaire met en danger en priorité la population dans l'entourage.

Il est en plus essentiel de tenir compte des bases statistiques et des modèles utilisés. Dans le cadre de l'analyse du risque, en s'appuyant sur des données d'accidents historiques d'avions bien documentées, on arrive ainsi à atteindre une crédibilité élevée des résultats.

Basés sur ce fond, les résultats de l'analyse du risque indiquent différents points de considération, à partir desquelles un soulagement des manques de capacité observés et une amélioration supplémentaire de situations ponctuelles, critiques par rapport à la sécurité, devient possible. Ceci concerne par exemple une meilleure utilisation de la capacité des pistes et de l'espace aérien par des mesures organisatrices et techniques pour supporter le guidage des avions ou par une possible variation de routes de départ et d'arrivée, tout en tenant compte de la densité de la population et des concentrations d'industrie dans les entourages de l'aéroport.

A présent, ces propositions d'actions vont devoir être davantage précisées dans le cadre tri-national, en coopération avec les autorités de la navigation aérienne, ainsi qu'au niveau politique. Avant qu'une application ou implementation d'une des actions proposées soit envisagée, une quantification respective serait indispensable. En cas d'une réalisation potentielle, d'autres implications comme par exemple les émissions sonores des avions et la distribution du bruit seraient à considérer.

Bâle, Colmar, Fribourg en Brisque

Juin 2001