

République algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique  
Université SAAD DAHLEB de Blida  
Département d'Aéronautique

# *Mémoire*

*De Fin D'études*

*En vue de l'obtention du Diplôme d'Ingénieur D'état en Aéronautique*

*Option : Exploitation*

**THEME**

*Etude et fonctionnement du Model d'Echange  
d'Information Aéronautique*

*(AIXM)*

**PRESENTE PAR :**

**KHELILI BILAL**

**ENCADRE PAR:**

**Mme : HAMLATI ZINEB  
Mr : MEZAACHE MOHAMED**

Promotion 2010/2011

## Résumé

Ce travail est consacré à l'étude du fonctionnement du Modèle d'Echange d'Informations Aéronautiques (AIXM). En effet, l'échange de données et d'information aéronautique à l'échelle mondiale est nécessaire à la gestion du trafic aérien. Il doit être rapide, fiable et efficace. Le modèle d'échange d'information aéronautique (AIXM) est une modélisation conçue pour permettre le codage et la distribution des informations aéronautiques au format numérique, informations fournies par les services d'information aéronautique (AIS) selon les standards de l'OACI.

## Abstract

This work is devoted to the study of functioning of The Aeronautical Information Exchange Model (AIXM). Indeed, transmission of data and aeronautics information around the world is necessary to traffic management. It must be fast, reliable and efficient. The Aeronautical Information Exchange Model (AIXM) is a modeling Designed to allow the encoding and distribution of aeronautics information with numerical format, information provided by the Aeronautical Information Services(AIS) with the ICAO standard's.

## ملخص

هذا العمل مخصص لدراسة عملية تبادل نمذجي لمعلومات الطيران، و في الواقع تبادل معلومات الطيران عبر العالم هو ضروري لإدارة الحركة الجوية لذلك يجب ان تكون سريعة و فعالة. نمذج تبادل معلومات الطيران هو نمذج مصمم لتمكين ترميز وتوزيع معلومة الطيران في شكل رقمي، و المعلومات المقدمة من طرف خدمات معلومات الطيران وفقا لمعايير المنظمة العالمية للطيران المدني



*J'exprime ma plus grande reconnaissance et mes plus vifs remerciements à ma Promotrice, Mme. HAMLATI ZINEB ainsi que mon Co-promoteur :Mr. MEZAACHE MOHAMED pour leurs soutiens dans la direction du projet et pour avoir guidé ce travail en conjuguant habilement disponibilité, conseils et critiques constructives.*

*Je tiens aussi à remercier tout le personnel du département d'information aéronautique pour leurs inestimable aide et pour leurs précieux conseils.*

*Je tiens à remercier également tout le corps professoral du département d'aéronautique.*

*J'exprime mes remerciements aux membres du jury de m'avoir honoré en acceptant de juger mon travail.*

*Enfin, que tous ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, trouvent ici l'expression de ma gratitude.*



*A mes Très chers Parents, qui m'ont aidé, soutenu et encouragé tout au long de mes études.*

*A toute ma famille.*

*A tous les camarades de la promotion.*

*A tous mes amis*

**BILLET.**

# Table des matières

Liste des Abréviations	
Liste des figures	
Résumé	
Introduction générale	

## CHAPITRE I Etude de l'existant

<b>I.1 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne</b>	<b>01</b>
I.1.1 Le service d'information aéronautique	02
I.1.1.1 Rôle du Service d'Information Aéronautique (SIA)	02
I.1.1.2 Source des informations aéronautiques	03
I.1.2 Etude des organismes chargés de fournir les informations aéronautiques	04
I.1.2.1 Présentation des organismes chargés de rendre le service de l'information aéronautique	04
I.1.2.1.1 Département de l'Information Aéronautique DIA	04
I.1.2.1.2 Bureau d'information de vol (B.I.V./F.I.C.)	06
I.1.2.1.3 Bureau d'Information Aéronautique (B.I.A.)	07
I.1.2.1.4 Les informateurs locaux et régionaux	08
<b>I.2 Le système intégré de l'information aéronautique</b>	<b>10</b>
I.2.1 Publication d'Information Aéronautique (AIP)	10
I.2.1.1 Structure de l'AIP	11
I.2.1.2 Amendements de l'AIP	14
I.2.1.2.1 Spécification relatives aux amendements de l'AIP	14
I.2.1.2.2 Diffusion d'un amendement d'AIP par un NOTAM	15
I.2.1.3 Les suppléments d'AIP	16
I.2.2 NOTAM	16
I.2.2.1 Diffusion d'un NOTAM	17
I.2.2.2 Système prédétermine des adresses	17
I.2.2.3 Format d'un NOTAM	17
I.2.3 Circulaire d'Information Aéronautique (AIC)	20
<b>I.3 Objectif du modèle d'échange d'information aéronautique(AIXM)</b>	<b>21</b>

## CHAPITRE II

### Les concepts clé du Modèle conceptuel AICM

<b>II.1 Les standards.....</b>	<b>23</b>
II.1.1 Le langage de modélisation unifié (UML) .....	24
II.1.1.1 La notion d'objet.....	24
II.1.1.2 Les méthodes objets.....	24
II.1.1.3 Intérêt d'une méthode objet.....	25
II.1.1.4 La normalisation OMG.....	26
II.1.1.5 Le formalisme d'UML.....	26
II.1.1.5.1 Les vues .....	26
II.1.1.5.2 Les diagrammes.....	27
II.1.1.5.3 Les éléments de modélisation.....	30
II.1.1.6 Utilisation de L'UML dans l' AIXM.....	33
II.1.2 Langage de balisage en géographie GML.....	34
II.1.2.1 La norme.....	35
II.1.2.2 Les profils de GML.....	35
II.1.2.2.1 Un profil de point.....	35
II.1.2.2.2 Profil simple des dispositifs de GML.....	36
II.1.2.3 Les géométries de GML.....	36
II.1.2.4 Les dispositifs.....	36
II.1.2.5 Les coordonnées.....	37
II.1.2.6 GML dans l' AIXM.....	37
II.1.3 Les normes ISO.....	38
II.1.3.1 Les normes ISO19100.....	38
II.1.3.2 Normes ISO (19100) information géographique en AIXM.....	39
II.1.3.2.1 ISO 19107: schéma spatiale.....	40
II.1.3.2.2 ISO 19108 schéma temporel .....	40
II.1.3.2.3 ISO 19126 catalogues des fonctionnalités.....	41
II.1.3.2.4 ISO 19136 Langage de balisage en géographie.....	41
II.1.3.2.5 ISO 19139 Métadonnées, Implémentation de schémas XML.....	41
<b>II.2 Le concept.....</b>	<b>42</b>
II.2.1 Les données statiques et dynamiques.....	42
II.2.2 Modularité et extensibilité.....	44
II.2.3 Flexibilité.....	44

## **CHAPITRE III**

### **Les composants de l'AIXM**

<b>III.1 Les composants du modèle aéronautique d'échange de l'information (AIXM).....</b>	<b>45</b>
III.1.1 Le modèle conceptuel d'AIXM (AICM).....	46
III.1.1.1 Aspect géométrique de l'AICM.....	46
III.1.1.2 L'aspect temps de l'AICM.....	49
III.1.1.3 Les domaines conceptuels de l'AICM.....	50
III.1.1.3.1 Aéroport et piste.....	51
III.1.1.3.1.1 Aéroport.....	51
III.1.1.3.1.2 La Piste.....	53
III.1.1.3.2 L'espace aérien.....	55
III.1.1.3.3 Les points significatif et les moyens d'aides à la navigation.....	58
III.1.1.3.4 Les routes.....	64
III.1.1.3.5 Les procédures.....	68
III.1.1.3.6 Organismes et services.....	71
III.1.1.4 Le passage de l'AICM à l'AIXM.....	72
III.1.2 Le schéma XML de l'AIXM.....	73
III.1.2.1 L'identification d'entité.....	74
III.1.2.2 Types de messages AIXM-XML.....	74
III.1.2.3 AIXM-Mise à jour.....	75
III.1.2.3.1 Généralités.....	75
III.1.2.3.2 Groupes.....	75
III.1.2.3.3 Nouveau dispositif.....	75
III.1.2.3.4 Changement d'entité.....	76
III.1.2.3.5 Entité annulée.....	76
III.1.2.4 AIXM- Instantané.....	77
III.1.2.5 Fichiers de schéma AIXM- XML.....	77
III.1.2.5.1 Inclusions.....	77
III.1.2.5.2 Types de Données (AIXM Data Types. xsd).....	78

## **CHAPITRE IV**

### **Implémentation et Exécution de l'AIXM**

<b>IV. 1 Publication d'information aéronautique électronique (eAIP).....</b>	<b>79</b>
IV.1.1 Introduction.....	79

IV.1.2 Les spécifications de l'eAIP .....	79
IV.1.3 Processus de production.....	80
IV.1.4 Issues de Transition.....	80
IV.1.5 La différence entre les processus actuellement traités sur papier et l'AIP électronique.....	81
IV.1.6 Interface du fournisseur de l'eAIP. ....	82
IV.1.7 Visualisation de l'eAIP sur un écran d'ordinateur .....	84
IV.1.8 Les avantages dont profitent les utilisateurs de l'eAIP .....	85
IV.1.9 Les avantages pour les producteurs de l'eAIP .....	85
<b>IV.2 Le digital Notam (xNOTAM).....</b>	<b>86</b>
IV.2.1 Introduction.....	86
IV.2.2 Le concept .....	86
IV.2.3 Les données de base.....	87
IV.2.4 Le NOTAM traditionnel.....	87
IV.2.5 Le nouveau NOTAM.....	88
IV.2.6 Avantage du digital NOTAM.....	88
IV.2.6.1 La qualité.....	89
IV.2.6.2 L'efficacité.....	89
<b>IV.3 L'intégration du briefing.....</b>	<b>90</b>
<b>IV.4 Données de terrain et d'obstacles électroniques (eTOD).....</b>	<b>90</b>

**Conclusion.**

**Annexe.**

**Bibliographie.**



# La liste des figures

Fig. I.1 : Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne .....	01
Fig. I.2 : Les Obligations de Service Information Aéronautique. ....	03
Fig. I.3 : Organisme d'Information Aéronautique .....	04
Fig. I.4 : Département d'Information Aéronautique.....	06
Fig. I.5 : La collecte et la transmission des renseignements aéronautiques.....	08
Fig. II.1 : La conception de l'AICM .....	23
Fig. II.2 : Les vues des cas d'utilisation .....	27
Fig. II.3 : Les diagrammes UML .....	28
Fig. II.4 : Un objet UML .....	30
Fig. II.5 : L'opération effectuée par un objet .....	31
Fig. II.6 : Les éléments d'un objet.....	31
Fig. II.7 : Relation entre deux objets.....	32
Fig. II.8 : Types de relations entre objets .....	33
Fig. II.9 : L'activité d'un objet .....	33
Fig. II.10 : Les outils de modélisation UML dans l'AIXM .....	34
Fig. II.11 : Les principes d'ISO .....	39
Fig. II.12 : La base de données statique et dynamique.....	43
Fig. II.13 : Modèle de temporalité de l'AIXM.....	43
Fig. III.1 : La modélisation UML de l'AICM.....	46
Fig. III.2 : Séparation verticale dans l'espace aérien.....	48
Fig. III.3 : Direction du nord.....	49
Fig. III.4 : Concept de l'aérodrome et de la piste.....	55
Fig. III.5 : Concept de l'espace aérien.....	58
Fig. III.6 : Concept des points significatifs et les aides à la navigation.....	46
Fig. III.7 : Concept d'une route.....	67
Fig. III.8 : Concept des procédures.....	71
Fig. III.9 : Concept des services.....	72
Fig. III.10 : Exportation de l'AICM en XML.....	73
Fig. III.11 : Modèle d'entité XML.....	74
Fig. III.12 : Schéma XSD de mise à jour.....	75
Fig. III.13 : Schéma XML d'un nouveau dispositif.....	67
Fig. III.14 : Schéma XML d'une entité annulée.....	77
Fig. III.15 : Inclusion des différents schémas XSD.....	78
Fig. IV.1 : Chemin des données de l'EAIP.....	80
Fig. IV.2 : Les étapes de traitement de l'information (actuellement).....	81
Fig. IV.3 : Traitement de l'information dans l'AIXM.....	82
Fig. IV.4 : Interface des différents aérodromes.....	83

Fig. IV.5 : Interface de l'aérodrome DAAG.....	84
Fig. IV.6 :EAIP sur internet.....	85
Fig. IV.7 : NOTAM traditionnel.....	87
Fig. IV.8 : Nouveau NOTAM.....	88
Fig. IV.9 : L'affichage d'un xNOTAM pour le pilot.....	89
Fig. IV.10 : Développent d'intégration du briefing.....	90
Fig. IV.11 : Surfaces de collecte de données de terrain : Zones 1 et 2.....	91
Fig. IV.12 : Surface de collecte de données de terrain et d'obstacles : Zone 3.....	92
Fig. IV.13 : Surface de collecte de données de terrain et d'obstacles : Zone 4.....	92

# Introduction

Le développement des techniques et des réseaux a permis à la fois de développer et d'accélérer les mobilités, et de démocratiser l'accès au transport. Au cours des quarante dernières années, le transport aérien, a largement favorisé les échanges internationaux et les circulations intérieures. Il permet le déplacement des personnes et des marchandises sur de grandes distances en temps record et fait désormais partie intégrante de nos sociétés et de nos habitudes.

Compte tenu, donc, de ces récents développements technologiques et du besoin toujours croissant des données fiables, il est important que l'information aéronautique fournie soit de la plus haute qualité.

L'échange de données et d'information aéronautique à l'échelle mondiale est nécessaire à la gestion du trafic aérien. Des dispositions sur le plan universel relatives à la production, au stockage, à l'extraction, et à la dissémination de l'information aéronautique sont fondamentales.

Conscient de ses responsabilités vis-à-vis de la précision, l'intégrité et la ponctualité dans le traitement et la dissémination des données aéronautiques nécessaires à une gestion de trafic aérien fiable, sûre et efficace, l'ENNA a lancé un projet sur l'automatisation des systèmes AIS aux aéroports internationaux et aux bureaux AIS d'aérodrome.

Ce projet consiste à développer une méthode d'échange d'information aéronautique. C'est-à-dire, de mettre en place une structure basée sur le concept digitale, qui soit fiable et efficace en temps réel et annulé les méthodes traditionnelles.

Le model d'échange d'information aéronautique (AIXM) est le concept nécessaire pour l'automatisation des services d'information aéronautique.

Ce travail est consacré à l'étude du modèle d'échange d'information aéronautique (AIXM), sa mise en place, son fonctionnement et ses avantages.

Ce manuscrit s'articule en quatre chapitres :

- Une présentation de l'organisme d'accueil ainsi qu'une étude du fonctionnement actuel de l'AIS a été menée au premier chapitre.
- Au second chapitre, nous donnons un aperçu sur les outils et les techniques utilisées pour la réalisation du modèle conceptuel de l'AIXM, c'est-à-dire l'AICM.
- Les composants du modèle d'échange d'information aéronautique sont abordés au troisième chapitre.
- Enfin, l'implémentation de l'AIXM dans le système intégré de l'AIS sera présentée et la version automatisée sera exposée.

Ce chapitre préliminaire est consacré à l'étude de l'existant. Il s'organise en deux parties : une première partie présentant l'organisme d'accueil, c'est-à-dire la Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA), ses différents départements ainsi que les organismes chargés de fournir les informations aéronautiques. La deuxième partie est consacrée à l'étude des méthodes et des procédures de travail actuelles au sein de cette direction.

## I.1 Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne (DENA) est l'un des départements de l'Etablissement National de la Navigation Aérienne (E.N.N.A.) [1] ; chargée d'assurer la sécurité, l'efficacité et la régularité de la navigation aérienne est de veiller à la bonne gestion technique au niveau des aéroports. Ses principales missions se résument comme suit :

- Gérer et contrôler l'espace aérien (en route et au sol) confié par le centre de contrôle régional (CCR) et les différents départements de la circulation aérienne.
- Mettre à la disposition de tous les exploitants, le service de l'information Aéronautique ainsi que les informations météorologiques.
- Gérer les services de la télécommunication aéronautique.
- Assurer le service de sauvetage et de lutte contre les incendies aux aéroports.

La Direction de l'Exploitation de la Navigation Aérienne est composée de six départements et d'un Centre de Contrôle Régional [1].

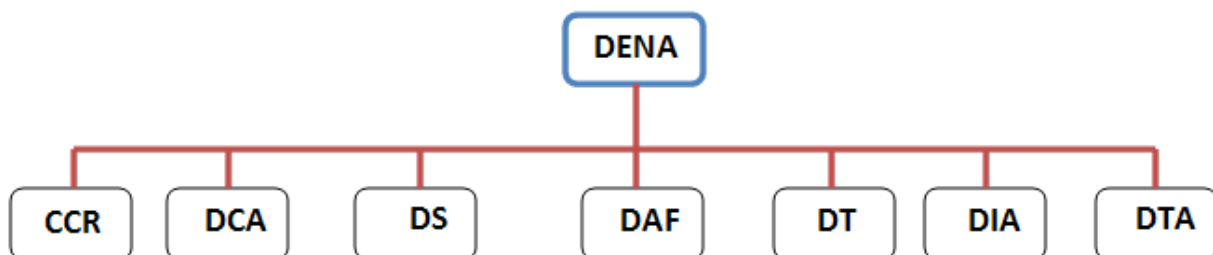


Figure I.1 : Départements de la DENA

DCA	:	Département Circulation Aérienne.
DS	:	Département Système.
DAF	:	Département Administration et Finances.
DT	:	Département Technique.
DIA	:	Département Informations Aéronautiques.
DTA	:	Département Télécommunications Aéronautiques.
CCR	:	Centre de Contrôle Régional

### **I.1.1 Le service d'information aéronautique**

Le service d'information aéronautique a pour objet l'acheminement des renseignements et des données nécessaires à la sécurité, à la régularité et à l'efficacité de la navigation aérienne.

Le but principal de ce service, unique au sein de l'état, est d'acheminer des renseignements aéronautiques qui sont nécessaires à :

- La sécurité : Sécurité des vols (dangers à la navigation : aviaires ou aériens...).
- La régularité : Régularité dans les déplacements aériens (respect des horaires, connaissance des autre trafics...).
- L'efficacité : Pas de pertes de temps inutiles, gain de carburant etc....

Pour le respect de ces trois critères, le service d'information aéronautique doit suivre les recommandations et normes OACI (normes définies par le document 8126 et l'annexe 15).

#### **I.1.1.1 Rôle du Service d'Information Aéronautique (SIA)**

Le rôle essentiel du service AIS est de publier les renseignements nécessaires à la sécurité, à la régularité et à l'efficacité des vols civils, et quelle que soit la manière dont il est organisé, son aptitude à jouer ce rôle important dépendra dans une grande mesure de l'obtention, en temps voulu, des données brutes requises, suffisantes et exactes, auprès de tous les services de l'état associés à l'exploitation des aéronefs [1].

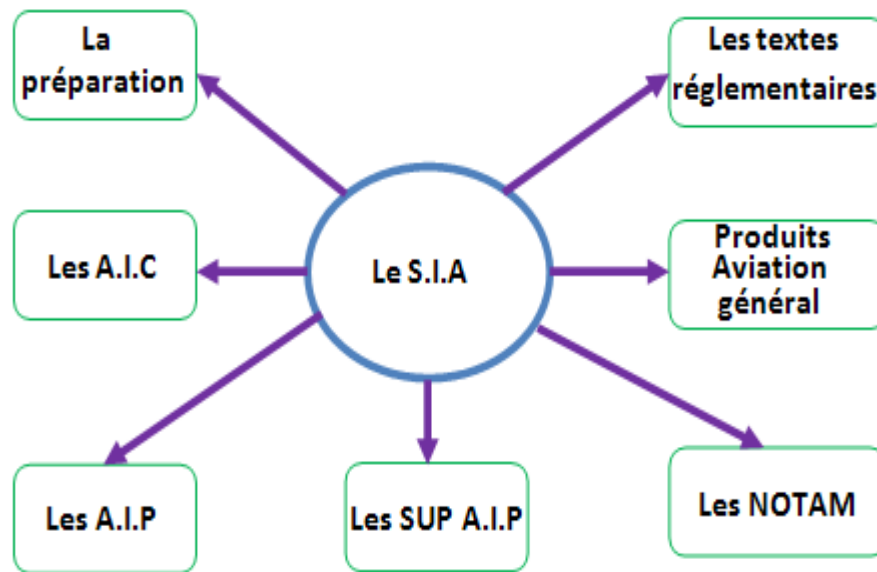


Figure I.2 : Les obligations du Service Information Aéronautique.

### I.1.1.2 Source des informations aéronautiques

Généralement le service AIS n'est pas la source des informations qu'il traite et publie ensuite. Les « données brutes » doivent être fournies par les autorités chargées de l'exploitation des installations et services de navigation aérienne en cause.

Étant donné que le service AIS n'est qu'un des services qui normalement relèvent de l'administration de l'aviation civile d'un état, et que son efficacité dépend dans une large mesure de la fourniture par d'autres services des renseignements voulus, il importe de bien comprendre la place du service AIS dans le plan d'ensemble et le rôle des autres services dans la fourniture des renseignements requis. C'est pourquoi il y a lieu d'établir une liaison rapide et efficace entre tout service AIS et les autres services connexes [1] [2].

Dans ce qui va suivre nous allons présenter le fonctionnement actuel du service chargé de la publication des informations aéronautiques, nécessaire à la sécurité, la régularité et à l'efficacité de la navigation aérienne. C'est à dire que nous allons faire une étude des

différents organismes chargés de fournir les informations aéronautiques nécessaires à la sécurité de la navigation aérienne [1].

## I.1.2 Etude des organismes chargés de fournir les informations aéronautiques

### I.1.2.1 Présentation des organismes chargés de rendre le service de l'information aéronautique

Les organismes chargés de rendre les services d'information Aéronautique sont :

- Le Département de l'Information Aéronautique « D.I.A » ;
- Le Bureau d'Information pendant le vol de l'ACC /FIC « BIV » ;
- Les Bureaux d'Information Aéronautique des Aérodrômes « BIA » ;
- Les Informateurs Locaux et Régionaux.

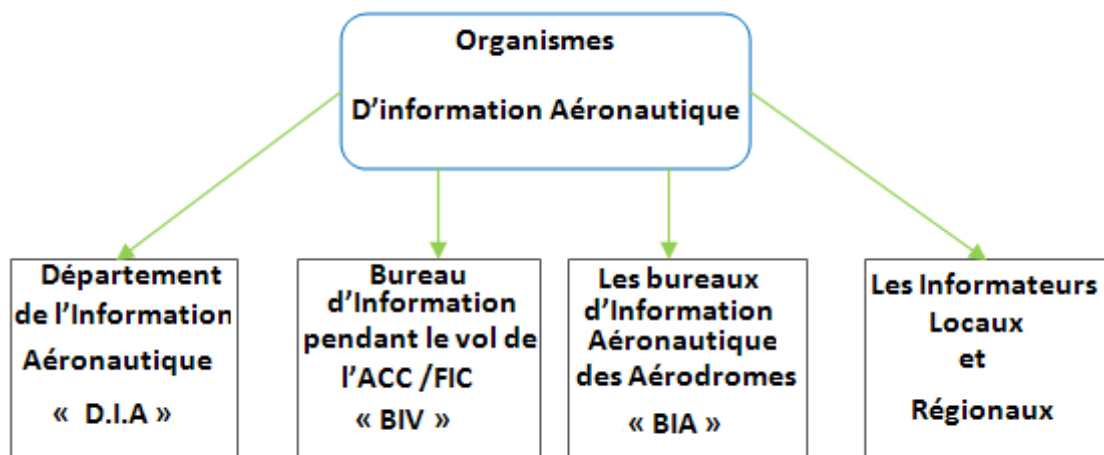


Figure I.3 : Les organismes chargés de rendre les services d'information Aéronautique

#### I.1.2.1.1 Département de l'Information Aéronautique DIA

Le Département de l'Information Aéronautique (DIA) est l'organisme central chargé :

- De centraliser, compiler, éditer et diffuser les informations aéronautiques concernant la FIR d' Alger. Ce travail comprend notamment :



- L'élaboration de la publication d'information aéronautique (AIP), y compris ses mises à jour;
  - L'élaboration des AIP SUP;
  - L'émission des NOTAM ;
  - L'émission des circulaires d'information aéronautique.
- D'obtenir, en outre, les informations et renseignements dont il a besoin pour assurer le service d'information avant le vol et pour répondre aux besoins de l'information en vol en ayant recours aux sources ci-après :
- Services d'information aéronautique d'autres états ;
  - Renseignements éventuellement fournis par les équipages, pendant le vol ;
  - Autres sources disponibles.
- De mettre rapidement à la disposition des services de l'information aéronautique d'autres états toutes les informations nécessaires à la sécurité, à la régularité et à l'efficacité de la navigation aérienne.
- De prendre toutes les dispositions pour que les informations nécessaires à la sécurité, la régularité et à l'efficacité de la navigation aérienne soient disponibles sous une forme qui convienne le mieux aux besoins de l'exploitation[1].

### **Organisation du DIA**

Le département d'Information Aéronautique est composé de deux services :

- Le service d'exploitation (B.N.I.) ;
- Le service Documentation et réglementation subdivisé en quatre sous bureaux :
  - La Bureau AIP
  - La Bureau Diffusion
  - Le bureau Cartographie
  - Le bureau documentation

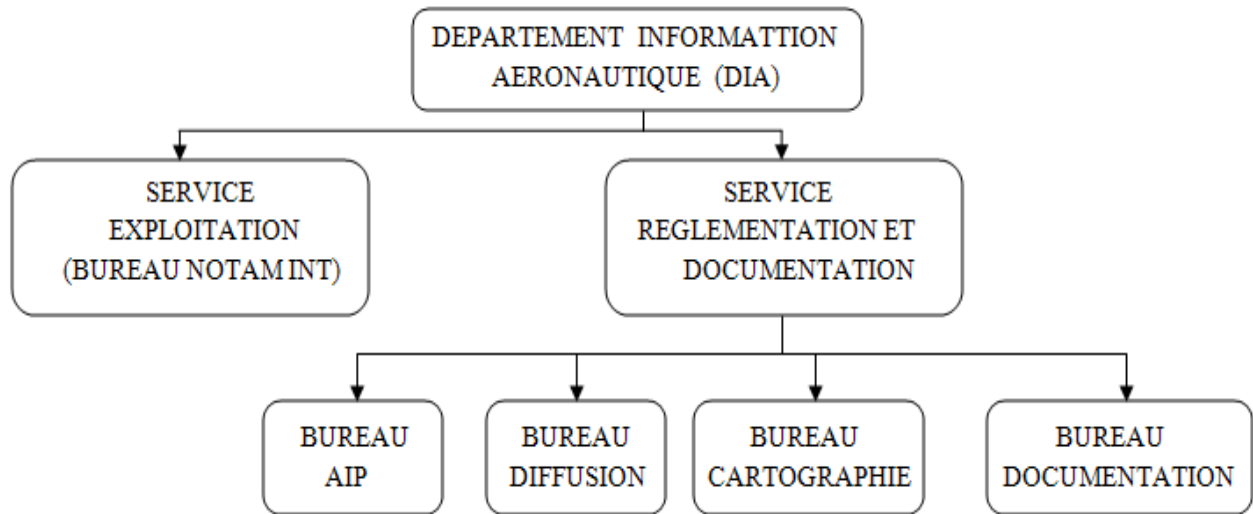


Figure I.4 : Organisation du Département d'Information Aéronautique.

#### I.1. 2.1.2 Bureau d'information de vol (B.I.V./F.I.C.)

##### Fonction

Le bureau d'information de vol (B.I.V. /F.I.C.) est chargé d'assurer le service d'information pendant le vol,

La fonction de ce bureau est assurée actuellement par le bureau NOTAM International (N.O.F.). En collaboration avec le C.C.R. d'Alger.

Les informations sont en Provenance :

- Des équipages des Aéronefs en vol;
- Des informateurs locaux,
- Du Département Information Aéronautique D.I.A./B.N.I.

Ce bureau doit aussi assuré :

- La tenue à jour de la documentation de base,
- La mise à la disposition des contrôleurs de la salle de contrôle les informations nécessaires pour assurer le service d'Information pendant le vol ;
- L'exploitation des NOTAM.

### **I.1.2.1.3 Bureau d'Information Aéronautique (B.I.A.)**

#### **Fonction**

Le bureau d'information Aéronautique (BIA) assure le service d'Information avant et après le vol ; Ceci, en mettant à la disposition des usagers de la circulation aérienne les informations Aéronautique nécessaires à l'exécution sûr et efficace des vols, ceci, dans la zone de couverture pour laquelle l'information Aéronautique est disponible [1].

#### **Classement des B.I.A.**

Les bureaux d'information Aéronautique (BIA) d'Aérodrome sont classés suivant deux (02) catégories :

- Catégorie I : Aérodrome International,
- Catégorie II : Aérodrome National.

#### **Attributions générales :**

Dans son exercice, ce bureau est chargé d'effectuer :

- La collecte et la transmission des renseignements concernant les insuffisances des installations, conformément au schéma ci-dessous (figure 1.5).
- Le traitement et l'exploitation des NOTAM.
- La mise à la disposition des usagers, de
  - La documentation de base aéronautique (A.I.P.) ;
  - Les protections aéronautiques ;
  - Les NOTAM ;
  - L'affichage des cartes aéronautiques ;
  - Le briefing des cartes aéronautiques ;
  - La tenue à jour de la documentation de base Aéronautique au moyen des NOTAM et des amendements.

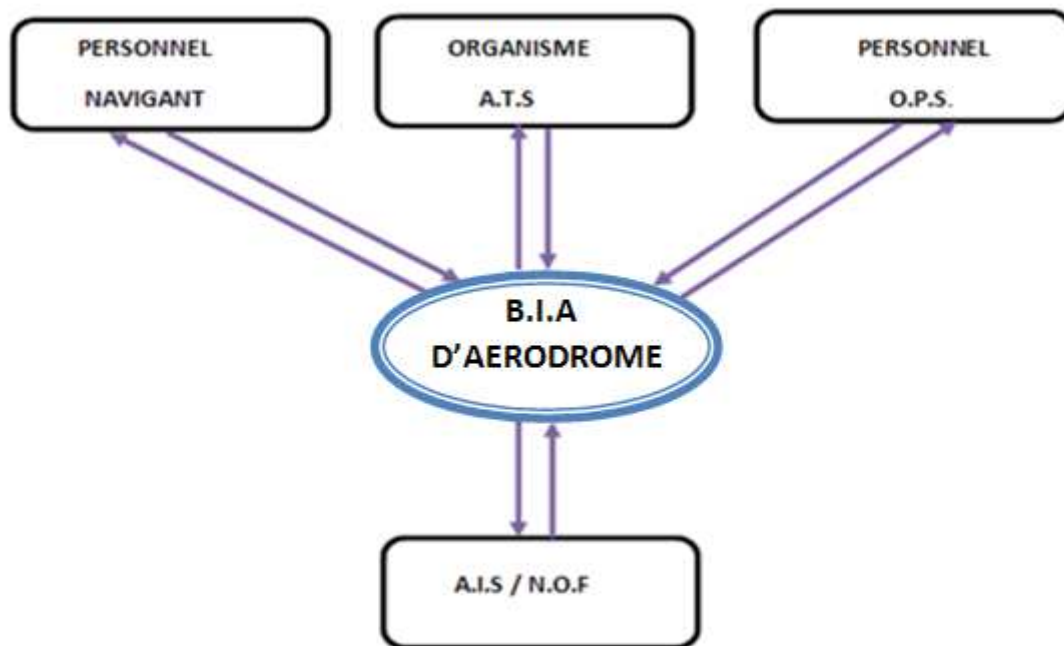


Figure I.5 : La collecte et la transmission des renseignements aéronautiques.

#### I.1.2.1.4 Les informateurs locaux et régionaux

En ce qui concerne l'organisation de l'espace aérien, les comités régionaux de gestion (CRG) recueillent, étudient et transmettent les renseignements relatifs à leur zone de compétence.

Les renseignements concernant les deux circulations aériennes ou les installations mixtes, civiles et militaires, sont également communiqués aux districts aéronautiques et directions de l'aviation civile qui jouent un rôle analogue à celui des informateurs régionaux dans le réseau d'informateurs de la DNA [1].

Les informateurs sont chargés de fournir aux administrations centrales les renseignements bruts qui doivent être publiés dans l'AIP et ses suppléments, les NOTAM, MILNOTAM ou les AIC.

Les informateurs, décrits ci-après, comprennent :

- les informateurs locaux,
- les informateurs régionaux.

### a) Les informateurs locaux

Les informateurs locaux sont les directeurs de la sécurité aéronautique de l'aérodrome, des unités de contrôle, ainsi que tout organisme désigné par l'informateur régional. En tant qu'informateurs :

- ils sont responsables du recueil des renseignements aéronautiques dans leur zone d'action. A ce titre, ils rédigent et transmettent les demandes de publication, de NOTAM et de MILNOTAM conformément.

- ils veillent à ce que :
  - Les NOTAM, les MILNOTAM et les renseignements imprévisibles dont la durée est inférieure à 12 heures fassent l'objet d'une demande d'annulation chaque fois qu'ils sont plus valables,
  - La documentation de base (MIA, MIAM) concernant leur zone d'action soit correctement établie dans les publications d'information aéronautique.
  - La rédaction des NOTAM diffusés soit conforme à leur demande.
  - Ils assurent également, le cas échéant, la diffusion des NOTAM neige (SNOWTAM) et d'observation d'un passage d'oiseaux migrateurs (ROPOM).
  - Les aérodromes dotés d'un contrôle local d'aérodrome et les centres de contrôle du trafic disposent respectivement :
    1. D'un bureau d'information aéronautique (BIA),
    2. D'un bureau d'information de vol (BIV), qui tiennent à la disposition des navigants et des contrôleurs, les informations aéronautiques publiées [3].

### a) Les informateurs régionaux

Les informateurs régionaux sont les centres régionaux qui Organisent l'espace aérienne, Ils sont chargés :

- de l'organisation de leurs réseaux d'informateurs locaux,
- de la vérification de l'exactitude et du bien fondé des renseignements transmis par leurs informateurs locaux (notamment pour la coordination des activités), que ces renseignements leur soient communiqués pour action ou en copie,
- du recueil et de la transmission des renseignements relevant de leur compétence [3].

## I.2 Le système intégré de l'information aéronautique

L'information aéronautique a pour objet, d'assurer la sécurité, la régularité et l'efficacité de la navigation aérienne :

- De renseigner de façon précise tous ceux dont l'activité ou la fonction nécessite la connaissance des informations et avis relatifs aux caractéristiques, aux conditions de fournitures des services, aux installations et à l'état de fonctionnement des moyens de radio navigation.
- De porter à la connaissance des usagers, les textes législatifs, réglementaires et administratifs relatifs à la circulation aérienne, aux aéronefs, au transport, au travail et au tourisme aériens, etc.

Les différents éléments du système intégré d'information aéronautique sont tous utilisés pour la diffusion des informations aéronautiques, l'Annexe 15 précise des critères spécifiques pour l'utilisation de chacun de ces éléments. Ces critères concernent la durée de l'information ou « durée utile », l'ampleur des changements apportés aux informations existantes et le préavis lié à l'information [1].

Le Système est composé des éléments suivants :

- AIP, y compris ses mises à jour;
- Amendements AIP ;
- Suppléments d'AIP;
- NOTAM et PIB;
- AIC;
- Listes récapitulatives et listes des NOTAM valides.

### I.2.1 Publication d'Information Aéronautique (AIP)

L'AIP constitue l'élément fondamental du système intégré d'information aéronautique. Elle contient les informations aéronautiques de nature permanente et les changements temporaires de longue durée apportés à ces informations. Chaque service AIS devra établir un document complet, le tenir à jour et veiller à ce qu'il soit simple à utiliser.

La structure de base et le mode de référence doivent être communs à toutes les AIP mais il convient aussi de tenir compte des exigences spécifiques des états en matière de quantité et

de nature des renseignements à inclure. Chacun des numéros de référence « obligatoires » d'une section et/ou d'une sous-section doit concerner le même sujet dans toutes les AIP, mais quelques cas donneront lieu à l'indication « Non applicable » alors que d'autres se prêteront à une information plus ou moins abondante. Chaque état décide de l'emploi de numéros de référence supplémentaires facultatifs afin de pouvoir ajouter des informations spécifiques à sa situation [1] [2].

### **I.2.1.1 Structure de l'AIP**

L'AIP est subdivisée en trois parties, à savoir :

- PARTIE 1 — GÉNÉRALITÉS (GEN), contenant des renseignements de nature administrative et explicative dont la portée n'est pas telle qu'il y ait lieu de diffuser un NOTAM ;
- PARTIE 2 — EN ROUTE (ENR), contenant des renseignements sur l'espace aérien et son utilisation ;
- PARTIE 3 — AÉRODROMES (AD), contenant des renseignements sur les aérodromes, les hélistations et leur utilisation [1][2].

#### **1<sup>ère</sup> Partie : Généralités**

La première partie comprend 5 sections renfermant les informations décrites ci-après :

- GEN0 : Préface

Contient les registres des amendements de l'AIP, registres des suppléments à l'AIP, liste récapitulative des pages insérées, liste d'amendements manuscrits et tables des matières de la première partie.

- GEN1 : Renseignements sur les règlements et exigences nationaux.

Administrations désignées, entrée transit et sortie des aéronefs, entrée transit et sortie des passagers et des membres d'équipages, entrée transit et sorties des marchandises, instrument de bord, équipements et documents de vol des aéronefs, résumé des règlements nationaux ainsi que des ententes et conventions internationales, différences par rapport aux normes et pratiques recommandées et procédures OACI.

- GEN 2 : Tableaux et code

Système de mesure, marques d'aéronefs, jours fériés, abréviations utilisées dans les publications AIS, signes conventionnels des cartes, indicateurs d'emplacements, listes des aides de radionavigations aériennes, tableaux des mesures de lever et coucher de soleil.

- GEN 3 : Services

Service d'information aéronautique, cartes aéronautiques, services de la circulation aérienne, services des télécommunications, services météorologiques, services recherches et sauvetage (SAR).

- GEN 4 : Liste récapitulative

Description des types de redevances qui peuvent être applicable aux aérodromes et héliportation, et aux services de navigation aérienne ouverts au trafic international.

## **2<sup>ème</sup> PARTIE : EN ROUTE (ENR)**

La 2<sup>ème</sup> partie renferme 7 sections qui comprennent les informations ci-après :

- ENR 0 : Préface

Contient le registre des amendements, le registre des suppléments, listes récapitulatives des pages AIP (dates et numéros), listes d'amendements manuscrits à l'AIP et tables des matières de la 2<sup>ème</sup> partie.

- ENR 1 : Règles et procédures générales

Règles générales, règles de vol à vue, règles de vol à instruments, classification de l'espace aérien ATS, procédures d'attente, d'approche et de départ. Services et procédures radar, des procédures de calages altimétriques, procédures complémentaires régionales, gestion des courants de trafic aérien, planification des vols, intervention illicite, accidents de la circulation aérien.

- ENR 2 : Espace aérien ATS

FIR/UIR et TMA et autres espaces aériens réglementés.



- ENR 3 : Routes ATS

Routes ATS supérieures, routes de navigation de surface, autres routes, attentes en route.

- ENR 4 : Aides et systèmes de radionavigations

Aides de radionavigation de route, systèmes spéciaux de radionavigation, indicatifs, codes des points significatifs, feux aéronautiques au sol utilisables en route.

- ENR 5 : Avertissement a la navigation aérienne

Zones interdites, réglementées ou dangereuses, zones de manœuvres et d'entraînements militaires, autres activités aériennes de routes, zones d'activités aériennes et récréatives, migrations d'oiseaux, zones fréquentées par une faune sensible.

- ENR 6 : Cartes de croisière

Tableaux d'assemblage [2] [3] [4].

### **3<sup>ième</sup> PARTIE : AERODROME (AD)**

La 3<sup>ième</sup> partie comprend 4 sections renfermant des informations dont le détail est décrit ci-après :

- AD 0 : Préface

Registre des amendements à l'AIP, registre des suppléments à l'AIP, listes récapitulatives des pages ajoutées à l'AIP, listes des amendements manuscrits de l'AIP et tables des matières de la 3<sup>ième</sup> partie.

- AD 1 : Introduction

Disponibilité des aérodromes, services de sauvetage et de lutte contre l'incendie et plan neige, index des aérodromes et hélistations, regroupement d'aérodrome.

- AD 2 : Description des aérodromes et cartes

Indicateur d'emplacement et nom de l'aérodrome, données géographiques et administratives, heures et fonctionnement, service d'escales et d'assistance, services aux

passagers, services de sauvetage et de lutte contre l'incendie, disponibilité saisonnière, aérodrome de dégagement, aire de trafic.

TWYS, et emplacements de vérifications, système de guidage et de contrôle des mouvements à la surface et de guidage.

Obstacles d'A/D, renseignements météorologiques fournis, caractéristiques physiques des pistes, distances déclarées, dispositifs lumineux d'approche et balisages lumineux des pistes.

Autres dispositifs lumineux, alimentation électrique auxiliaire, aire d'atterrissage d'hélicoptère, espace aérien ATS, installation de télécommunication des services de la circulation aérienne, aides de radionavigations et atterrissages, règlements de circulation supplémentaires et cartes relatives à l'aérodrome.

- AD 3 : Description des hélistation et cartes

### **I.2.1.2 Amendements de l'AIP**

Les modifications permanentes et ajouts apportés aux renseignements contenus dans l'AIP sont publiés sous forme d'amendements de l'AIP. Toute information contenue dans un NOTAM ou un supplément d'AIP qui rend nécessaire un amendement de l'AIP doit être confirmée le plus rapidement possible par une révision ou un amendement officiel.<sup>[1][2]</sup>

Les amendements sont produits en deux catégories :

Les amendements à l'AIP représentent des changements permanents et ils sont produits en deux catégories :

- AIRAC AIP Amendements.
- AIP Amendements (NON AIRAC).

#### **1.2.1.2.1 Spécification relatives aux amendements de l'AIP**

- Les amendements de l'AIP (aussi bien les AIRAC que les NON AIRAC) doivent contenir dans la page de garde les numéros NOTAM qui ont été incorporés et de ce fait ils doivent l'être annulés.
- Tous les amendements forment AIRAC et suppléments AIRAC seront suivis d'un NOTAM trigger [1].

- Les amendements AIRAC et les suppléments AIRAC sont effectifs à la date de mise en vigueur du cycle AIRAC.
- Les amendements NON AIRAC et les suppléments NON AIRAC sont effectifs à la date de publication.
- Les amendements de l'AIP AIRAC et NON AIRAC sont numérotés consécutivement en séries séparées [2] [3].

### **1. Les amendements AIP AIRAC**

- a) La page de garde sera de couleur différente entre les AIRAC et les NON AIRAC.
- b) La date effective apparaîtra en haut de la page et à droite pour prévenir qu'une aucune exploitation ne doit se faire avant la date mentionnée.
- c) Il y a au minimum 42 jours entre la date de publication et la date effective.
- d) Une information n'il AIRAC sera diffusé par NOTAM lorsqu'il n'y a pas d'amendements AIRAC et / ou de supplément AIRAC a la date prévue. Ce NOTAM sera émis au moins 28 jours avant le cycle AIRAC.

### **2. Amendement AIP (NON AIRAC)**

Les amendements a l'AIP sont publiés a intervalles réguliers et autant que nécessaire. Ils incluront aussi un récapitulative des pages de AIP.

#### **1.2.1.2.2 Diffusion d'un amendement d'AIP par un NOTAM**

Quand il est urgent d'apporter un amendement à l'AIP, qu'il s'agisse d'une information à caractère opérationnelle ou non, un NOTAM PERM sera émis par le bureau NOTAM international (BNI/NOF) conformément aux règles ci-dessous :

- Le NOTAM doit contenir dans le champ B) la date effective du changement, et dans le champ C) du NOTAM la mention PERM qui signifie que le changement est nature permanente.
- Le NOTAM est diffusé conformément aux critères de sélection NOTAM contenus dans le manuel OACI 8126 des services d'information aéronautique.
- Le NOTAM sera annulé par l'amendement approprié ultérieurement [2] [3].

Exemple d'Amendement AIP AIRAC (NOTAM) :

Q) EDXX/QGNNA/IV/M/000/999/4935N00910E135

A) DAAG      B)                      C)

E) AIRAC EFFECTIVE DATE yy/mm/dd NIL

4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> lettres du code NOTAM signifiés :

NA : NIL AIRAC.

B) : date et heure de la diffusion.

C) : date effective AIRAC.

### I.2.1.3 Les suppléments d'AIP

Un supplément d'AIP a pour but d'attirer l'attention des usagers sur tout changement temporaire de longue durée (trois mois ou plus) et sur tout renseignement de courte durée qui, en matière d'exploitation, contient beaucoup de texte ou d'illustrations et qui concerne une ou plusieurs parties de l'AIP. Les modifications de l'AIP importantes pour l'exploitation et émises sous la forme d'un supplément d'AIP doivent être publiées selon les procédures AIRAC [1] [2].

Les suppléments de l'AIP représentent des changements temporaires de l'AIP. Ils sont produits en 2 catégories :

- Suppléments à l'AIP AIRAC.
- Suppléments à l'AIP NON AIRAC

### I.2.2 NOTAM

(Notice No Air Men) Avis diffusé par télécommunication, donnant sur l'établissement, l'état ou la modification d'une installation, d'un service, d'une procédure aéronautique ou d'un danger pour la navigation aérienne, des renseignements qu'il est essentiel de communiquer à temps au personnel chargé des opérations aériennes

Le système format NOTAM est une Norme internationale OACI depuis la promulgation de la 8<sup>ème</sup> édition de l'annexe 15 en Novembre 1991[1] [2].

Les différents types de NOTAM sont :

- a) NOTAM N (NOTAM nouveau).
- b) NOTAM R (NOTAM remplaçant).
- c) NOTAM C (NOTAM annulant).
- d) CHECKLISTS (récapitulatif mensuel par RSFTA).

### 1.2.2.1 Diffusion d'un NOTAM

Un NOTAM doit être diffusé sur demande. Dans la mesure du possible, les NOTAM doivent être diffusés via le SFA. Chaque NOTAM doit être transmis comme message de télécommunication unique.

#### a) Diffusion internationale

C'est à l'état d'origine qu'il incombe de choisir les NOTAM série A qui doivent faire l'objet d'une diffusion internationale, mais ce choix doit être effectué compte tenu de tous les besoins opérationnels notifiés par les autres états, tant pour le planning des vols que pour l'information avant le vol.

#### b) Diffusion nationale

NOTAM pour diffusion nationale série B exclusivement, contenant des renseignements intéressants des aéronefs autres que ceux de l'aviation civile internationale.

### 1.2.2.2 Système prédétermine des adresses

Il existe un système qui englobe tous les destinataires en une seule adresse appelé système de diffusion prédéterminé. Transmis par RSFTA, il sera DAZZNADA pour les NOTAM internationaux et DZZNBDA pour les NOTAM nationaux [3]

DA Indique le pays : ALGERIE.

ZZ Indique une distribution spéciale.

N Indique NOTAM.

S Indique SNOWTAM.

- A Indique Série Internationale.
- B Indique Série Nationale.
- DA Indique abréviation complétant les huit lettres indispensables Pour la diffusion.

### 2.2.2.3 Format d'un NOTAM

#### 1. Numérotation

Numéro de série (1 lettres) et numéro (série suivie de 04 chiffres pour le numéro et 2 chiffres pour l'année).

#### 2. Qualification du NOTAM

La compatible de la ligne du qualificateur avec les éléments du NOTAM doivent être conformes (FIR, Objet, But, Texte...etc.)

Cette case est divisée en huit (8) champs séparés par une barre oblique :

- **FIR, Indicateur d'emplacement OACI.**
- **Code NOTAM**
- Chaque groupe du code NOTAM comprend cinq (5) lettres au total.
- La première lettre du groupe est toujours la lettre Q pour indiquer qu'il s'agit d'une abréviation de code à utiliser pour la rédaction des NOTAM.
- Les deuxième et troisième lettres identifient le sujet du message et les quatrième et cinquième lettres indiquent son état de fonctionnement. Le code qui identifie le sujet du message ou indique son état de fonctionnement, dans la mesure du possible, une signification évidente. Lorsque plusieurs sujets pourraient être identifiés par le même code à signification évidente, c'est le sujet le plus important qui est choisi.
- Si le sujet du NOTAM ne se trouve pas dans la liste des codes NOTAM, il convient d'utiliser les lettres ci-après pour les différentes catégories :
 

QAGXX	AGA
QCOXX	COM
QRCXX	RAC
QXXXX	autres
- Si les conditions du sujet ne se trouvent pas dans la liste des codes, insérer « XX » comme quatrième et cinquième lettres.

- **Trafic (traffic)**

- I Information IFR
- V Information VFR
- IV Information intéressant les deux types de vol IFR et VFR

- **Objet (purpose)**

- N NOTAM sélectionné pour être immédiatement porté à l'attention des exploitants (moins de 24h).
- B NOTAM mentionné dans un bulletin.
- O Importance opérationnelle pour les vols.
- M Divers (miscellanées) NOTAM disponible sur demande.

- **Portée (scope)**

- A Information relative à un aéroport.
- E Information en route
- W Information relative à un avertissement à la navigation

On peut utiliser les lettres A- W-E Seules ou 2 lettres AE

- **Inférieur/ Supérieur (LOWER/UPPER)**

Les champs limite inférieure et limite supérieure contiendront toujours une indication, et celle-ci ne sera exprimée que sous forme de niveaux de vol (FL). Dans le cas d'avertissements de navigation et de restrictions d'espace aérien, les valeurs indiquées seront cohérentes avec celles qui figurent aux cases F et G.

- **Coordonnées géographiques**

Latitude et longitude avec une précision à une minute près, ainsi qu'un nombre de trois chiffres pour la distance donnant le rayon d'influence en NM (p. ex. 4700N01 140E043).

### **Champ A**

Indicateur d'emplacement OACI de l'aéroport ou de la FIR. Là où un indicateur n'est pas donné on met DAXX.

**Champ B**

Début de validité du NOTAM en 10 chiffres représentant année, mois, jour, heure et minute.

**Champ C**

Fin de validité en 10 chiffres représentant année, mois, jour, heure et minute.

Les 10 chiffres du groupe date et heure doivent être suivis des lettres EST (estimé) quand on ne connaît la fin de la restriction. Ce cas nécessite l'édition d'un NOTAM R ou C.

- Quand on connaît la date de fin de validité on ne met rien.
- Dans le cas où l'information est permanente on porte à la fin du groupe date et heure la mention PERM. Ce cas nécessite une mise à jour ultérieure de l'AIP.

**Champ D**

Case où on peut inscrire les dates et périodes spécifiées non continues.

**Champ E**

Texte en clair contiens les informations sur lequel le message NOTAM diffusée.

- Si champ A = DAXX inscrire la localité en langage clair au début du texte.
- Le code de la ligne qualification doit être décodé dans le texte très clairement et aussi concis que possible pour être introduit dans les PIB.
- Dans le cas d'un NOTAMC le texte doit refléter exactement la remise en service.
- Utiliser le langage anglais et les abréviations OACI.

**Champ F et G**

Utilisés seulement dans les cas d'avertissement à la navigation aérienne [5] [4] [2].

**I.2.3 Circulaire d'Information Aéronautique (AIC)**

Les renseignements aéronautiques d'un caractère essentiellement administratif et qui ne sont pas propres à figurer dans l'AIP ou dans un NOTAM peuvent faire l'objet d'une publication dans un document appelé « circulaire d'information aéronautique » [1][2].



## **Emission**

Une Circulaire d'Information Aéronautique est émise chaque fois qu'il est souhaitable de diffuser des renseignements qui ne remplissent pas les conditions pour une diffusion qui entre dans le cadre d'une AIP ou dans le cadre d'un NOTAM et c'est surtout une information aéronautique à caractère administratif (adresse d'organisme CA, autorité aéronautique, prévision à caractère aéronautique, etc....) [1][2].

Une AIC sera émise chaque fois qu'il est souhaitable de diffuser :

- Une prévision à longue échéance relative à des changements importants dans la législation, un règlement, des procédures, des installations et des services.
- Des renseignements à caractère purement explicatif ou consultatif de nature à influencer sur la sécurité aéronautique.
- Des renseignements ou avis à caractère explicatif ou consultatif concernant des questions techniques ou purement administratives.
- Des procédures à caractères expérimentales.

### **I.3 Objectif du modèle d'échange d'information aéronautique(AIXM)**

L'ATM dépend de la fourniture d'informations opportunes, pertinentes, précises et de qualité. Des progrès sont réalisés dans le développement et la mise en œuvre d'un système d'information aéronautique adéquat, performant et répondant aux besoins de l'ATM actuelle et future, ces informations permettront aux gestionnaires de l'ATM d'accomplir leur mission avec efficacité et rentabilité.

Selon l'étude qui été faite, nous avons constaté que L'AIS est axé sur les produits. Pour plus de fiabilité, nous proposons que ce service doit utilisé un modèle axé sur les données et fondé sur un système qui permet un échange permanent et dynamique de renseignements opportuns et fiables, à utiliser dans les applications qui effectuent les tâches nécessaires à la planification et la gestion des vols, à la navigation, la garantie de la séparation des vols, au processus décisionnel conjoint ou toute autre tâche stratégique ou tactique dans le cadre de l'ATM.

L'un des principaux atouts du système ATM est l'interopérabilité. Il est indispensable que les nouvelles données aéronautiques définies soient fournies dans un format commun ou un ensemble de formats indépendant des divers systèmes et des diverses plates-formes au sein d'un système virtuel de gestion de l'information. L'objectif est de garantir la cohérence, l'authenticité et la pertinence des données et de permettre à tous les utilisateurs du réseau ATM d'en bénéficier, que ce soit au sol ou en l'air.

Donc pour une meilleure qualité de service il faut adopter le modèle d'échange d'informations aéronautiques (AIXM)

L'élaboration du modèle d'échange d'information doit commencer par une conception complète d'un modèle de visualisation et schématisation de l'AIXM. Cette schématisation est faite à l'aide des outils et des techniques présentés dans le prochain chapitre [6].

Ce chapitre présente une vue d'ensemble sur les techniques de conception et les éléments de modélisation utiles à l'élaboration du modèle d'échange de l'information aéronautique (AIXM) ainsi que et les langages de programmation utilisés.

Le modèle d'échange de l'information aéronautique est conçu pour permettre la gestion et la distribution des données aéronautiques des services d'information s aéronautique (AIS) dans le format numérique.

Il est basé sur l'évolution des standards internationaux et sur les techniques de conception.

## II.1 Les standards

L'élaboration de l'AIXM est centrée sur des standards connus et comprend :

- UML
- GML
- Normes ISO

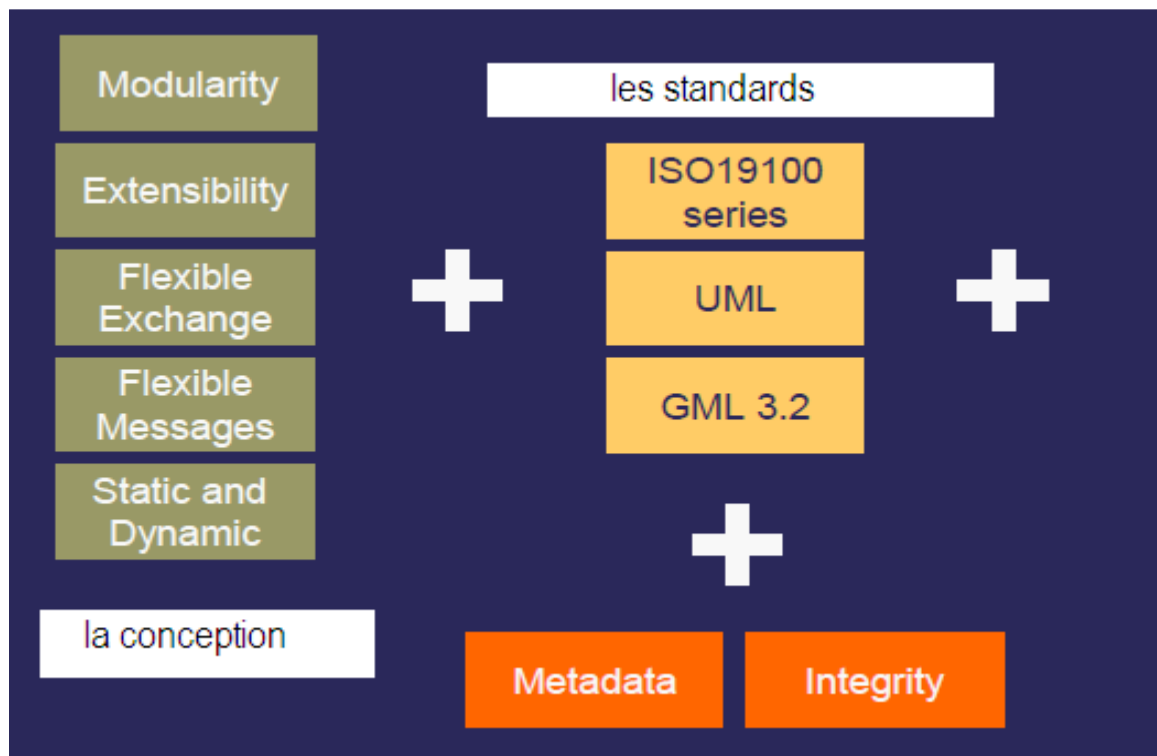


Figure II.1 : Conception de l'AIXM

### II.1.1 Le langage de modélisation unifié (UML)

C'est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes. Il est apparu dans le monde du génie logiciel, dans le cadre de la « conception orientée objet ».

Couramment utilisé dans les projets logiciels, il peut être appliqué à toutes sortes de systèmes ne se limitant pas au domaine informatique

UML est l'accomplissement de la fusion de précédents langages de modélisation objet : Booch, OMT, OOSE. Principalement issu des travaux de Grady Booch, James Rumbaugh et Ivar Jacobson, UML est à présent un standard défini par l'Object Management Group. La dernière version diffusée par l'OMG est UML 2.3.

Ce langage est né de la fusion de plusieurs méthodes existant auparavant, et est devenu désormais la référence en terme de modélisation objet, à un tel point que sa connaissance est souvent nécessaire pour obtenir un poste de développeur objet [7].

#### II.1.1.1 La notion d'objet

La programmation orientée objet consiste à modéliser informatiquement un ensemble d'éléments d'une partie du monde réel (que l'on appelle *domaine*) en un ensemble d'entités informatiques. Ces entités informatiques sont appelées *objets*. Il s'agit de données informatiques regroupant les principales caractéristiques des éléments du monde réel (taille, couleur,...).

La difficulté de cette modélisation consiste à créer une représentation abstraite, sous forme d'objets, d'entités ayant une existence matérielle (avion, point géographique, ...) ou bien virtuelle (sécurité aérienne, temps, ...) [7].

#### II.1.1.2 Les méthodes objets

La modélisation objet consiste à créer une représentation informatique des éléments du monde réel auxquels on s'intéresse, sans se préoccuper de l'implémentation, ce qui signifie

*indépendamment d'un langage de programmation*. Il s'agit donc de déterminer les objets présents et d'isoler leurs données et les fonctions qui les utilisent. Pour cela des méthodes ont été mises au point. Entre 1970 et 1990, de nombreux analystes ont mis au point des approches orientées objets, si bien qu'en 1994 il existait plus de 50 méthodes objet. Toutefois seules 3 méthodes ont véritablement émergé :

- La méthode **OMT** de *Rumbaugh*
- La méthode **BOOCH'93** de *Booch*
- La méthode **OOSE** de *Jacobson* (*Object Oriented Software Engineering*)

La méthode unifiée à partir de la version 1.0 devient **UML** (*Unified Modeling Language*), une notation universelle pour la modélisation objet.

### **II.1.1.3 Intérêt d'une méthode objet**

Les langages orientés objet constituent chacun une manière spécifique d'implémenter le paradigme objet. Ainsi, une méthode objet permet de définir le problème à haut niveau sans rentrer dans les spécificités d'un langage. Il représente ainsi un outil permettant de définir un problème de façon graphique, afin par exemple de le présenter à tous les acteurs d'un projet (n'étant pas forcément des experts en un langage de programmation).

De plus, le fait de programmer à l'aide d'un langage orienté objet ne fait pas d'un programmeur un concepteur objet. En effet il est tout à fait possible de produire un code syntaxiquement juste sans pour autant adopter une approche objet. Ainsi la programmation orientée objet implique

- en premier lieu une conception abstraite d'un modèle objet (c'est le rôle de la méthode objet)
- en second plan l'implémentation à l'aide d'un langage orienté objet (tel que C++/Java/...)

Une méthode objet est donc d'une part une méthode d'analyse du problème (afin de couvrir toutes les facettes du problème), d'autre part un langage permettant une représentation standard stricte des concepts abstraits (la modélisation) afin de constituer un langage commun [7].

#### **II.1.1.4 La normalisation OMG**

Il est nécessaire qu'une méthode objet soit définie de manière rigoureuse et unique afin de lever les ambiguïtés. De nombreuses méthodes objet ont été définies, mais aucune n'a su s'imposer en raison du manque de standardisation. C'est pourquoi l'ensemble des acteurs du monde informatique a fondé en 1989 l'**OMG** (*Object Management Group*), une organisation à but non lucratif, dont le but est de mettre au point des standards garantissant la compatibilité entre des applications programmées à l'aide de langages objet et fonctionnant sur des réseaux hétérogènes.

A partir de 1997, UML est devenue une norme de l'OMG, ce qui lui a permis de s'imposer en tant que méthode de développement objet et être reconnue et utilisée par de nombreuses entreprises. [7]

#### **II.1.1.5 Le formalisme d'UML**

L'UML se décompose en plusieurs sous-ensembles.

##### **II.1.1.5.1 Les vues**

Les vues sont les observables du système. Elles décrivent le système d'un point de vue donné, qui peut être organisationnel, dynamique, temporel, architectural, géographique, logique, etc. En combinant toutes ces vues, il est possible de définir (ou retrouver) le système complet.

Une façon de mettre en œuvre UML est de considérer différentes vues qui peuvent se superposer pour collaborer à la définition du système :

##### **a) Vue des cas d'utilisation**

C'est la description du modèle « vue » par les acteurs du système. Elle correspond aux besoins attendus par chaque acteur (c'est le QUOI et le QUI).

- **Vue logique**

C'est la définition du système vu de l'intérieur. Elle explique comment peuvent être satisfaits les besoins des acteurs (c'est le COMMENT).

- **Vue d'implémentation**

Cette vue définit les dépendances entre les modules.

- **Vue des processus**

C'est la vue temporelle et technique, qui met en œuvre les notions de tâches concurrentes, stimuli, contrôle, synchronisation, etc.

- **Vue de déploiement**

Cette vue décrit la position géographique et l'architecture physique de chaque élément du système (c'est le OÙ).

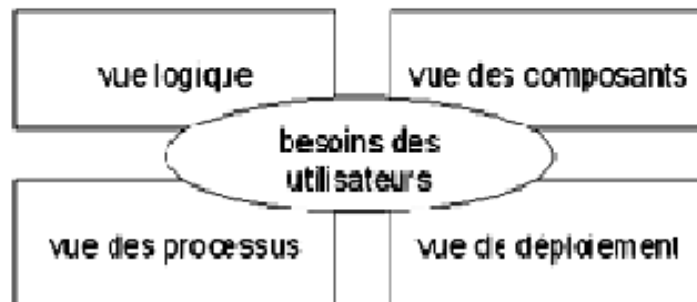


Figure II.2 : Les vues des cas d'utilisation

### II.1.1.5.2 Les diagrammes

La hiérarchie des diagrammes UML sous forme d'un diagramme de classes. Les 13 diagrammes UML sont dépendants hiérarchiquement et se complètent, de façon à permettre la modélisation d'un projet tout au long de son cycle de vie.

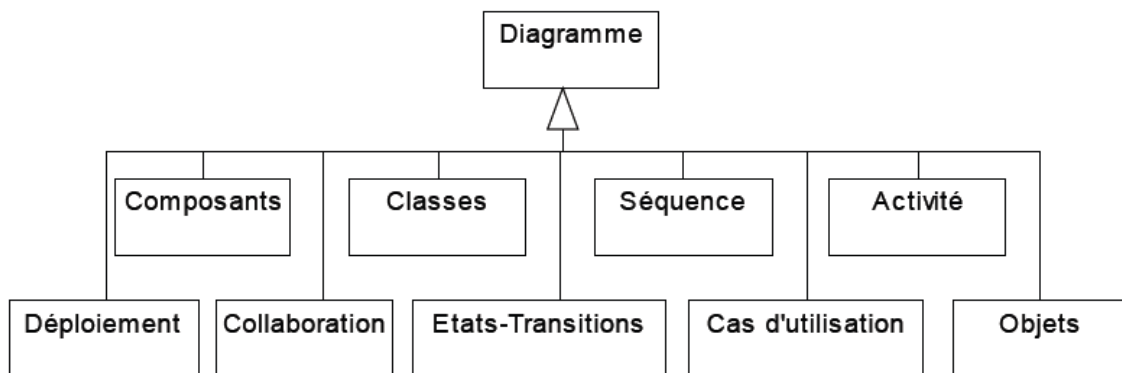


Figure II.3 : Les diagrammes UML

#### a) Diagrammes structurels ou statiques

Les diagrammes structurels ou statiques rassemblent :

- **Diagramme de classes**

Il représente les classes intervenant dans le système.

- **Diagramme d'objet**

Il sert à représenter les instances de classes (objets) utilisées dans le système.

Diagramme de composants

Il permet de montrer les composants du système d'un point de vue physique, tels qu'ils sont mis en œuvre (fichiers, bibliothèques, bases de données...)

- **Diagramme de déploiement**

Il sert à représenter les éléments matériels (ordinateurs, périphériques, réseaux, systèmes de stockage...) et la manière dont les composants du système sont répartis sur ces éléments matériels et interagissent entre eux.

- **Diagramme des paquetages**

Un paquetage étant un conteneur logique permettant de regrouper et d'organiser les éléments dans le modèle UML, le Diagramme de paquetage sert à représenter les dépendances entre paquetages, c'est-à-dire les dépendances entre ensembles de définitions.



- **Diagramme de structure composite**

Permet de décrire sous forme de boîte blanche les relations entre composants d'une classe.

**b) Les Diagrammes comportementaux**

Les diagrammes comportementaux rassemblent :

- **Diagramme des cas d'utilisation**

Il permet d'identifier les possibilités d'interaction entre le système et les acteurs (intervenants extérieurs au système), c'est-à-dire toutes les fonctionnalités que doit fournir le système.

- **Diagramme états-transitions**

Permet de décrire sous forme de machine à états finis le comportement du système ou de ses composants.

- **Diagramme d'activité**

Permet de décrire sous forme de flux ou d'enchaînement d'activités le comportement du système ou de ses composants.

**c) Diagrammes d'interaction ou dynamiques**

Les diagrammes d'interaction ou dynamiques rassemblent :

- **Diagramme de séquence**

Représentation séquentielle du déroulement des traitements et des interactions entre les éléments du système et/ou de ses acteurs.

- **Diagramme de communication**

Représentation simplifiée d'un diagramme de séquence se concentrant sur les échanges de messages entre les objets.

- **Diagramme global d'interaction**

Permet de décrire les enchaînements possibles entre les scénarios préalablement identifiés sous forme de diagrammes de séquences (variante du diagramme d'activité).

- **Diagramme de temps**

Permet de décrire les variations d'une donnée au cours du temps.

### II.1.1.5.3 Les éléments de modélisation

#### 1. Les attributs

Un attribut est une forme dégénérée d'association entre un objet de la classe et un objet de classe standard : c'est une variable qui lui est en général propre (dans certains cas elle peut être commune à la classe et non particulière à l'objet

La notation complète pour les attributs est la suivante :

<visibilité> <nomAttribut> :<type> = <valeur par défaut>

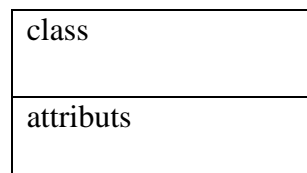


Figure II.4 : Un objet UML

#### 2. Les opérations

Une opération, pour une classe donnée, est avant tout un travail qu'une classe doit mener à bien, un contrat qu'elle s'engage à tenir si une autre classe y fait appel. Sous l'angle de la programmation, il s'agit d'une méthode de la classe.

La notation complète pour les opérations est la suivante :

<visibilité> <nomOpération> (listeParamètres) : <typeRetour> {propriété}

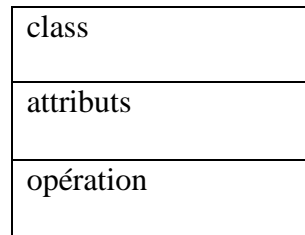


Figure II.5 : Opération effectuée par un objet

### 3. Les interfaces

On conçoit une interface comme la totalité des éléments d'un objet visibles de l'extérieur de cet objet. En pratique, il s'agit des méthodes et attributs publics, c'est-à-dire accessibles par toutes les autres classes de l'application.

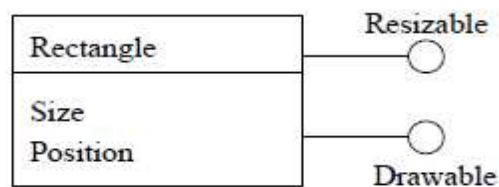


Figure II.6 : les éléments d'un objet

### 4. Les associations (relations)

Les associations représentent des relations entre objets, c'est-à-dire entre des instances de classes. En général, une association est nommée. Par essence, elle a deux rôles, selon le sens dans lequel on la regarde.

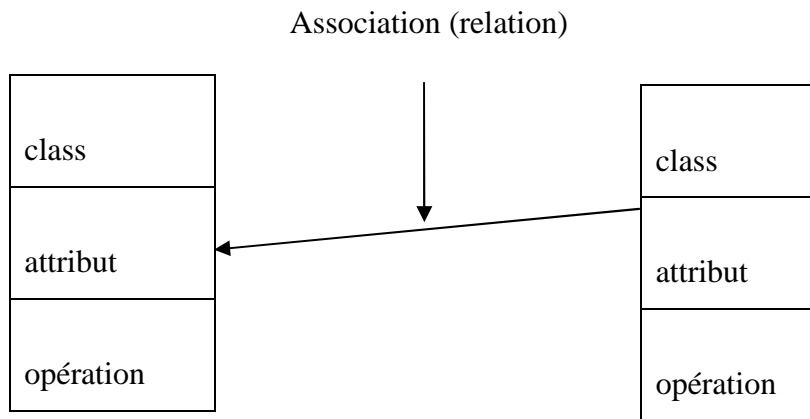


Figure II.7 : La relation entre deux objets

## 5. Agrégation et composition

C'est des cas particuliers d'associations qui posent souvent problème, ce sont les relations de la forme « partie de », pour lesquels plusieurs définitions existent et donc plusieurs modèles et manières de faire.

### a) La composition

Représentée par un losange noir, indique que l'objet « partie de » ne peut appartenir qu'à un seul tout. On considère en général que les parties d'une composition naissent et meurent avec l'objet propriétaire.

### b) Agrégation

Quand les objets « partie de » sont juste référencés par l'objet, qui peut y accéder, mais n'en est pas propriétaire. Cette relation est notée par un losange blanc.

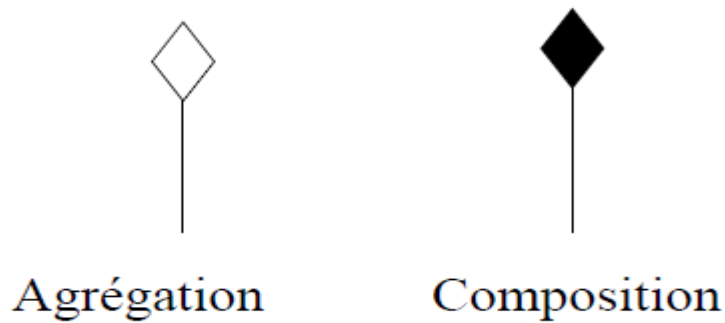


Figure II.8 : Types de relations entre objets

## 6. Actions et activités

Il est important de faire la distinction entre une action (ponctuelle) attachée à une transition et une activité (continue), attachée à un état. On dira qu'une action se caractérise par un traitement bref. En revanche, une activité n'est pas nécessairement instantanée et peut être interrompue par l'arrivée d'un événement extérieur, et de l'action qu'il induira [7].

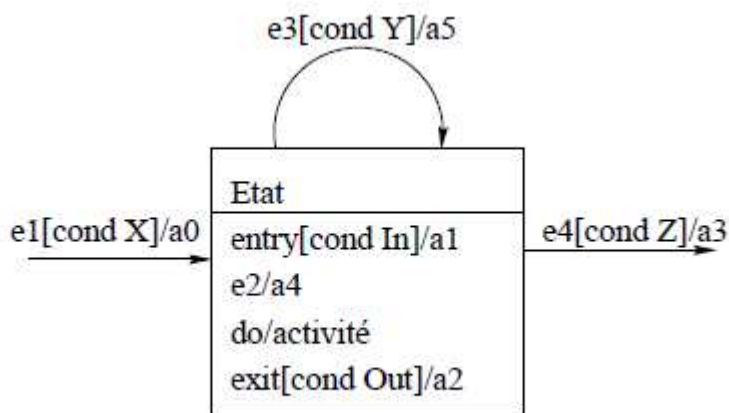


Figure II.9 : Activité d'un objet

### II.1.1.6 Utilisation de L'UML dans l'AIXM

L'UML est utilisé dans l'AIXM car il offre un certain nombre d'avantages comme langue de modélisation. Il est visuel pour décrire des relations

La technologie la plus ressentie pour la programmation, aujourd'hui UML est utilisé pour le processus d'affaires modelant, modélisation de données, modélisation de conditions et

d'autres activités. Une bonne industrie sous forme d'UML modelant les outils et les outils qui peuvent convertir la conception UML en produits utiles comme des schémas de l'XML, des bases de données et des programmes informatiques [8].

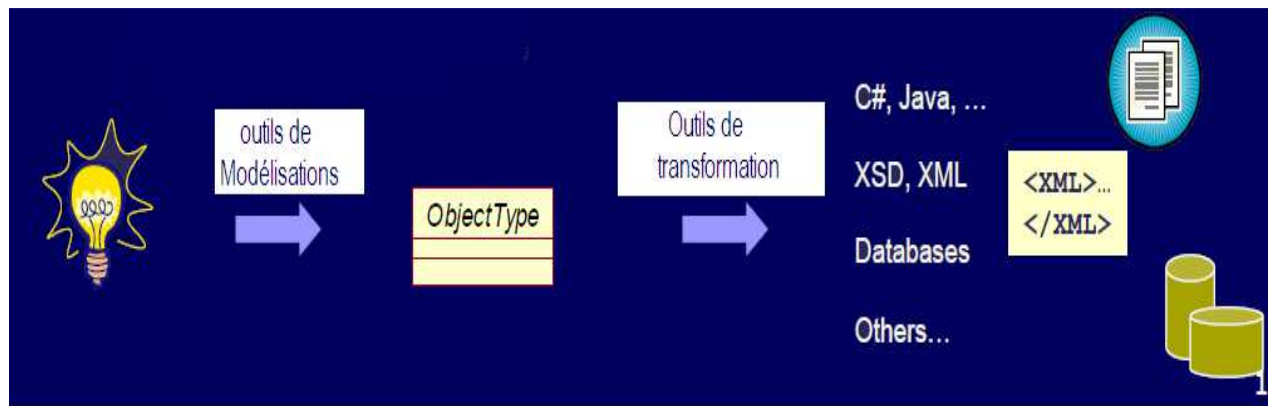


Figure II.10 : Outils de modélisation UML dans l'AIXM

### II.1.2 Langage de balisage en géographique (GML)

De l'anglais Geography Markup Language ; est un langage dérivé du XML pour encoder, manipuler et échanger des données géographiques. C'est un standard développé par l'Open Géo-spatial Consortium pour garantir l'interopérabilité des données dans le domaine de l'information géographique et de la géométrie.

Le GML consiste en un ensemble de schémas XML qui définissent un format ouvert pour l'échange de données géographiques et permettent de construire des modèles de données spécifiques pour des domaines spécialisés, comme l'urbanisme, l'hydrologie ou la géologie.

Le GML est interopérable avec toutes les spécifications Open GIS de l'OGC telles que Web Map Service (WMS) ou Web Feature Service (WFS) et un très grand nombre de systèmes d'information géographique [9].

GML contient un ensemble riche de primitifs qui sont employés pour établir les schémas spécifiques à l'application ou les langues d'application. Ces primitifs incluent :

- Le dispositif
- Les objets géographiques
- Les systèmes de projection,
- Le système de référence du même rang
- La géométrie,
- La topologie,
- Le temps,
- Les unités de mesures,
- Les attributs des objets géographiques.
- Le dispositif dynamique

### II.1.2.1 La norme

Le consortium ouvert de Géo-spatial (OGC) est un organisme de normalisation volontaire international de consensus dont les membres maintiennent la norme de *langage* de balisage de géographie. Les coordonnées d'OGC avec l'organisme de normalisation du comité technique 211 d'OIN pour maintenir l'uniformité entre les normes d'OGC et d'OIN fonctionnent. GML a été adopté comme norme internationale (19136:2007 d'OIN) en 2007.

GML peut également être inclus dans la version 1.0 du modèle national d'échange de l'information des Etats-Unis (NIEM) [9].

### II.1.2.2 Les profils de GML

Sont des restrictions logiques à GML, et peuvent être exprimés par un document, un schéma de XML ou tous les deux. Ces profils sont prévus pour simplifier l'adoption de GML, pour faciliter l'adoption rapide de la norme.

Les profils suivants, comme définis par les spécifications de GML, ont été édités ou proposés pour l'usage public :

#### II.1.2.2.1 Un profil de point

Pour des applications avec des données géométriques de point.

#### II.1.2.2.2 Profil simple des dispositifs de GML

Est un profil plus complet de GML que le profil de point et soutient un éventail d'objets de dispositif de vecteur, y compris ce qui suit :

- Une géométrie réduite objets géométriques linéaires (tout basés sur l'interpolation linéaire) et les géométries globales correspondantes
- Un modèle simplifié de dispositif qui peut seulement être un profond de niveau (dans le modèle général de GML, l'emboîtement arbitraire des dispositifs et les propriétés de dispositif n'est pas autorisé).
- Toutes les propriétés non-géométriques doivent être des types simples de schéma de XML - c.-à-d. ne peut pas contenir des éléments complexes.
- Références à distance de valeurs d'une propriété juste comme dans les spécifications principales de GML.

#### II.1.2.3 Les géométries de GML

Le code géométries de GML, ou des caractéristiques géométriques, des objets géographiques comme éléments dans des documents de GML selon le modèle de « vecteur ». Les géométries de ces objets peuvent décrire, par exemple, des routes, des aides a la navigation, et des ponts significatif [9].

Les objets de la géométrie sont les suivants :

- Point
- Line
- Polygone

#### II.1.2.4 Les dispositifs

Un dispositif est un objet d'application qui représente une entité physique, par exemple, un bâtiment, un fleuve, ou une personne. Un dispositif peut ou peut ne pas avoir des aspects géométriques. Un objet de la géométrie définit un endroit ou une région au lieu d'une entité physique, et par conséquent est différent d'un dispositif. La distinction entre les



dispositifs et les objets de la géométrie dans GML diffère des modèles utilisés dans d'autres systèmes d'information géographique (GIS) qui ne font aucune distinction.

Dans GML, un dispositif peut avoir de diverses propriétés de la géométrie qui décrivent des aspects ou des caractéristiques géométriques du dispositif (les propriétés par exemple du dispositif du point ou de l'ampleur). GML fournit également la capacité pour que les dispositifs partagent une propriété de la géométrie entre eux en employant une référence à distance de propriété sur la propriété partagée de la géométrie.

#### II.1.2.5 Les coordonnées

Les coordonnées dans GML représentent les coordonnées des objets de la géométrie. Des coordonnées peuvent être spécifiées par l'un des éléments de GML :

- *<gml : coordinates>*
- *<gml : pos>*
- *<gml : posList>*

#### II.1.2.6 GML dans l'AIXM

GML fournit des outils de construction pour représenter les caractéristiques géographique et géo-spatiale pour l'adoption des terrains d'affichage et utilise un ensemble limité de dispositifs pour créer un profil dans l'AIXM,

Les schémas de GML peuvent exprimer les géométries simples Ligne Point Surface Polygone pour la représentation:

- Des frontières.
- De l'espace aérien.
- De la météo
- Des plans de vol

### II.1.3 Les normes ISO

L'organisation internationale de normalisation (ISO) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation de quelque 140 pays, à raison d'un organisme par pays.

L'ISO est une organisation non gouvernementale, créée en 1947. Elle a pour mission de favoriser le développement de la normalisation et des activités connexes dans le monde, en vue de faciliter entre les nations les échanges de biens et de services et de développer la coopération dans les domaines intellectuel, scientifique, technique et économique.

Les travaux de l'ISO aboutissent à des accords internationaux qui sont publiés sous la forme de Normes internationales.

Le but d'un modèle est de proposer aux éditeurs et aux constructeurs un schéma sur lequel ils pourront bâtir leurs solutions matérielles et logicielles. Ces solutions seront appelées "architectures de réseaux". En s'appuyant sur un modèle normalisé, ils s'assurent un produit ouvert aux autres systèmes qui s'appuient sur la même norme

L'Organisation internationale de normalisation (ISO) a examiné de nombreuses structures de réseau. L'ISO a reconnu l'opportunité de créer un modèle réseau qui aiderait les concepteurs à mettre en œuvre des réseaux capables de communiquer entre eux et de fonctionner de concert (interopérabilité). Elle a donc publié le modèle de référence OSI en 1984. [9]

#### II.1.3.1 Les normes ISO19100

L'organisation internationale de normalisation a développé un ensemble structuré de normes (ISO19100) pour l'information relative aux phénomènes directement ou indirectement associés à une position sur la Terre, ces normes :

Touchent les méthodes, les outils et les services de gestion de données (incluant la définition et la description des données) quant à l'acquisition, au traitement, à l'analyse, à l'accès, à la présentation, et au transfert des données entre utilisateurs, systèmes et endroits.

Fournissent une structure pour le développement d'applications dans des domaines particuliers qui utilisent des données géographiques [10].

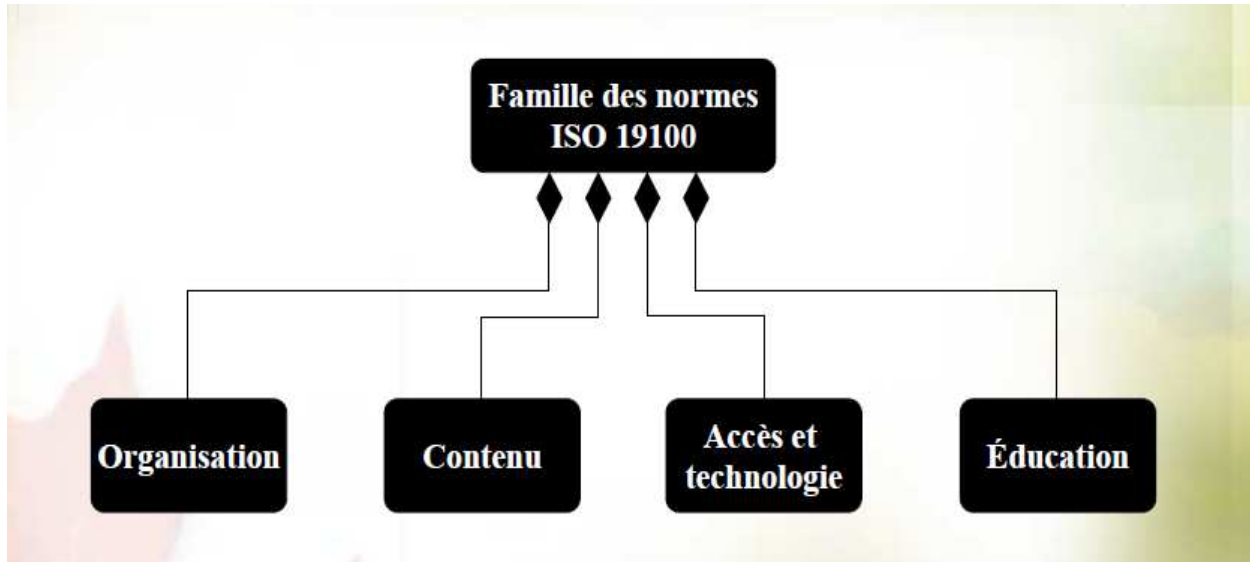


Figure II.11 : Les principes d'ISO

### II.1.3.2 Normes ISO (19100) et information géographique en AIXM

Les séries ISO (19100) incluent une série de normes qui sont publiées et développées pour fournir un cadre commun pour l'élaboration de normes spécifiques d'informations basées sur la géographie.

Par conséquent, les normes ISO constituent une base bien étudiée pour la construction d'une spécification d'échange de données géographiques telles que l'AIXM.

En utilisant les normes ISO pour les avantages suivants :

- Augmentation de l'interopérabilité mondiale avec d'autres normes de conception.
- L'amélioration des données et de modélisation influençant sur les décisions d'analyse et de conception que sont développées par le comité ISO.
- modèles des données standard pour la temporalité et la géométrie

### II.1.3.2.1 ISO 19107: schéma spatiale

ISO 19107, publiée comme norme internationale en 2003, spécifie un ensemble de schémas conceptuels permettant de décrire et manipuler les caractéristiques spatiales d'un phénomène géographique en 3D. Elle fait partie des documents de base de la série 191xx du comité technique 211 de l'ISO.

Dans le modèle de données de la 19107, chaque caractéristique spatiale est décrite par un ou plusieurs attributs dont la valeur correspond soit à un objet géométrique (dérivé de la classe **GM\_Object**) soit à un objet topologique (dérivé de la classe **TP\_Object**).

- La partie géométrie porte des informations sur la position, la taille, l'orientation et la forme du phénomène géographique, ainsi que des informations sur la dimension de l'espace dans lequel le phénomène évolue.
- La topologie est la partie de l'information géographique qui ne varie pas lorsque l'espace est déformé de manière élastique ou continue [10].

### II.1.3.2.2 ISO 19108 schéma temporel

Ce standard international définit les concepts de base nécessaires pour décrire les caractéristiques temporelles d'objets géographiques. Les attributs, opérations, associations et métadonnées en relation avec l'information temporelle sont décrites dans la norme.

La généralisation des applications informatiques et des systèmes d'information géographique a mené à conduire des études approfondies sur les données géo-spatiales dans de multiples domaines. L'information géographique comprend les données spatiales en 3 dimensions, mais également des données temporelles utilisées dans des applications de simulation par exemple.

Le temps représente une donnée du monde physique utilisée dans beaucoup d'application ; de nombreux concepts décrits dans ce document sont également applicables hors du domaine de la géographie. L'intention du comité technique 211 de l'ISO n'est pas de

développer des normes indépendantes dédiées à la gestion du temps, mais de décrire les données temporelles utilisées pour l'information géographique. [10]

#### **II.1.3.2.3 ISO 19126 catalogues des fonctionnalités**

Spécifier un schéma conceptuel relatif à des dictionnaires d'objets et d'attributs géographiques et proposer des mécanismes pour la mise de ces dictionnaires et des catalogues d'objets sous forme de registres.

#### **II.1.3.2.4 ISO 19136 Langage de balisage en géographie**

Décrit le langage de balisage adopté par l'ISO et l'OGC pour la communication de données géographiques, il est basé sur XML qui :

- Offrent un cadre ouvert indépendant du fournisseur pour la description des schémas d'application géo-spatiale pour le transport et le stockage des informations géographiques en langage XML;
- Autorisent les profils prenant en charge les sous-ensembles corrects de possibilités descriptives du cadre GML;
- Prennent en charge la description des schémas d'application géo-spatiale pour les domaines et communautés d'informations spécialisés;
- Permettent de créer et d'entretenir des schémas d'application géographique associés et des ensembles de données;
- Prennent en charge le stockage et le transport des schémas d'application et des ensembles de données;
- Augmentent les possibilités d'organisation pour partager des schémas d'application géographique et les informations qu'ils décrivent [10].

#### **II.1.3.2.5 ISO 19139 Métadonnées, Implémentation de schémas XML**

L'objectif du standard technique (TS) ISO 19139 est de fournir une structure de données abstraite qui définit des objets de métadonnées utiles, et établit un ensemble commun de terminologies, définitions et procédures d'extensions pour les métadonnées.

L'implémentation des schémas de métadonnées peut varier en fonction des interprétations, et des utilisateurs. Dans le but de normaliser l'implémentation des métadonnées, le document ISO 19139 fournit une interprétation unique des diagrammes UML et des règles de mise en œuvre en XML. Cette spécification technique a pour but d'améliorer l'interopérabilité en fournissant une spécification commune pour décrire, valider et échanger des métadonnées des données géographiques [10].

## **II.2 Le concept**

Un certain nombre de décisions de conception principales ont été prises en pendant le développement d'AIXM.

- Les données statiques et dynamiques.
- Modularité et extensibilité.
- Flexibilité.

### **II.2.1 Les données statiques et dynamiques**

L'AIXM conçu pour communiquer les deux changements aux fonctions de temps comme ceux qui se produisent aux AIP, AIC et cycles d'AIRAC et aux situations provisoires typiquement NOTAM

Ceci exige un modèle de temporalité dans AIXM, au niveau de fonctionnalité.

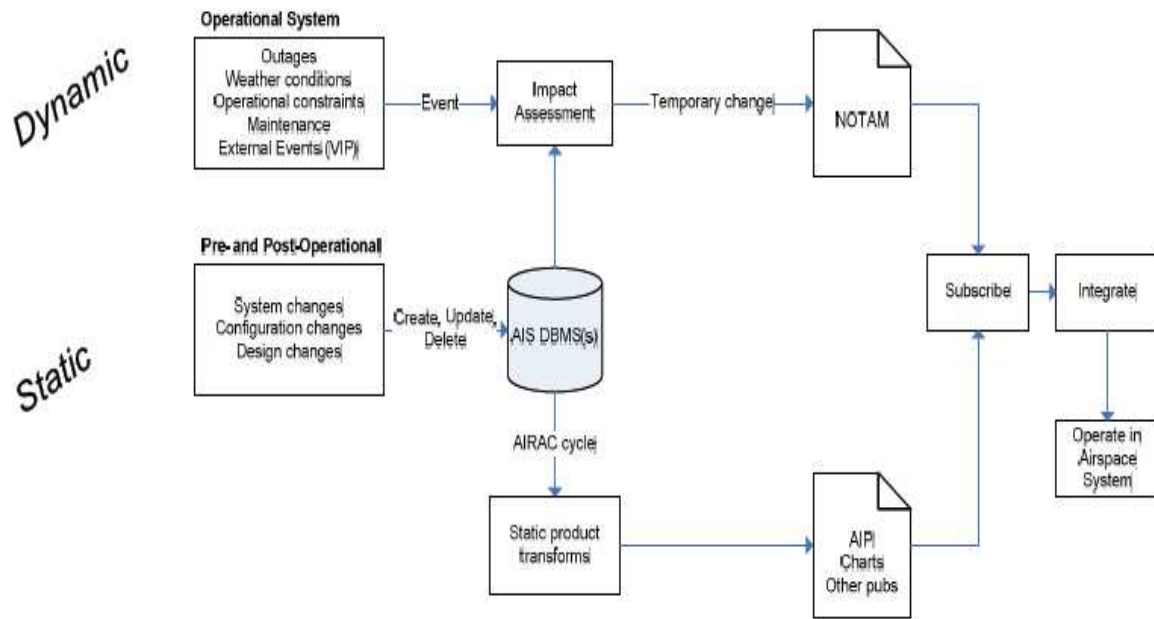


Figure II.12 : La base de données statique et dynamique

Les deux dispositifs sont affectés par temps. Chaque dispositif a un début et une fin. Les propriétés d'un dispositif de n'importe quelle fonction peuvent changer dans le temps.

AIXM utilise la terminologie suivante dans son modèle temporel

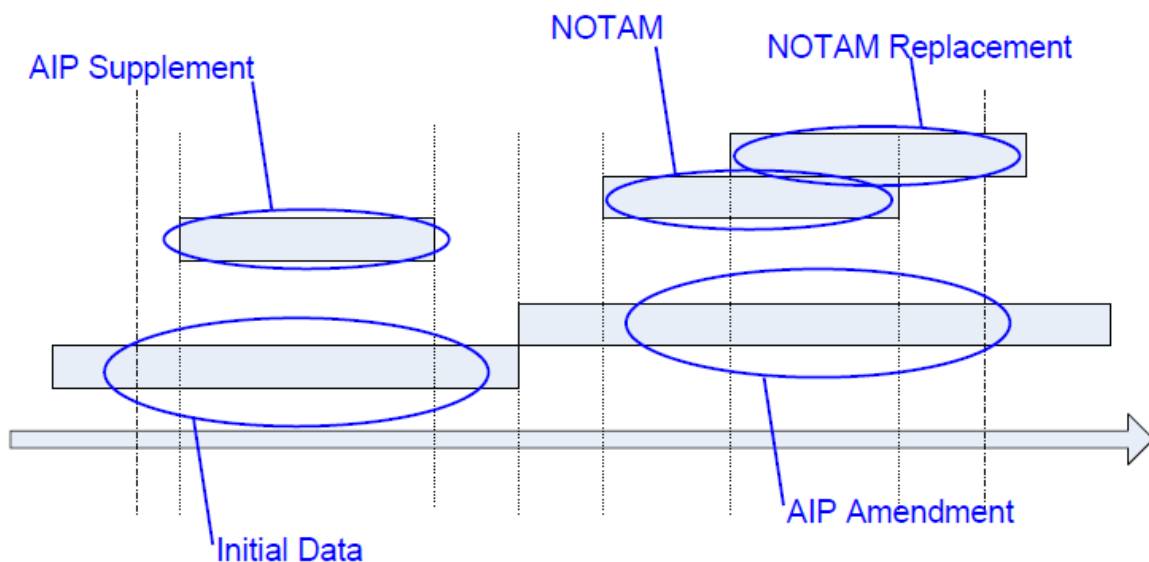


Figure II.13 : Modèle de temporalité de l'AIXM

### **II.2.2 Modularité et extensibilité**

Un modéleur de données peut être intéressé par un nombre limité de fonctions de domaine. Par exemple, en concevant un outil pour dresser une carte d'aérodrome. Dans ce cas les fonctions de la partie en route ne seraient pas nécessaires.

La modularité tient compte de la réutilisation facile des parties d'AIXM sans toucher la complexité de la norme de totalité.

Ceci, alternativement, permet des concepts d'intérêt local d'être manipulé d'une manière standard sans affecter l'interopérabilité globale. Les noms de lieu dans une langue locale sont un exemple typique d'une prolongation locale.

### **II.2.3 Flexibilité**

L' AIXM a deux formats de message, qui sont les données d'échange instantané et mise à jour, généralement pour des applications à une base de données.

Avec le modèle AIXM, les utilisateurs ont la possibilité de concevoir leurs propres formats de message.

Les messages peuvent utiliser les mêmes fonctionnalités de l'AIXM et sont modifiables.



Le modèle d'échange de l'information aéronautique (AIXM) est une modélisation conçue pour permettre le codage et la distribution des informations aéronautiques au format numérique, qui doivent être fournies par les services d'information aéronautiques (AIS) selon les standards OACI.

L'AIXM a été développé à l'origine par EUROCONTROL pour répondre aux besoins de la base de données AIS européenne. La version initiale permettait le codage en format électronique des données statiques contenues dans les publications d'information aéronautiques (AIP). Elle permettait aussi l'échange de ces données entre les bases de données des pays européens et la base de données centralisée de référence EAD ainsi que ses exploitants.

La nouvelle version (la cinquième) est le résultat de du développement en coopération entre EUROCONTROL et l'administration fédérale de l'aviation des états unis (FAA), avec le soutien de la communauté internationale. L'objectif est de libérer les capacités potentielles des moyens de diffusion des AIP et NOTAM.

Le concept AIXM est basé sur les besoins OACI misent à la disposition des pays contractants pour « les données nécessaires à la sécurité, régularité et l'efficacité de la navigation aérienne internationale ». Cependant, les spécifications vont au-delà des exigences de l'annexe 15 de l'OACI, en prenant en considération les standards industriels (exemple : ARINC424) et les besoins extensibles des données [11].

### **III. 1 Les composants du modèle aéronautique d'échange de l'information (AIXM)**

Les deux composants principaux de l'AIXM sont :

- Le modèle conceptuel d'AIXM (AICM)
- Le schéma XML de l'AIXM

### III.1.1 Le modèle conceptuel d'AIXM (AICM)

Le concept AICM désigne un ensemble d'entités et de relations liées logiquement entre eux, il est mis en application selon le standard UML (unified Modeling language).

Par exemple, le concept « Aérodrome et piste » regroupe ensemble les entités Aérodrome/Hélistation, Piste, Axe de piste, direction de piste, distances déclarées, etc.

L'AICM permet de modéliser des données aéronautiques, selon leur aspect, ainsi que leur dépendance vis-à-vis des entités [11].

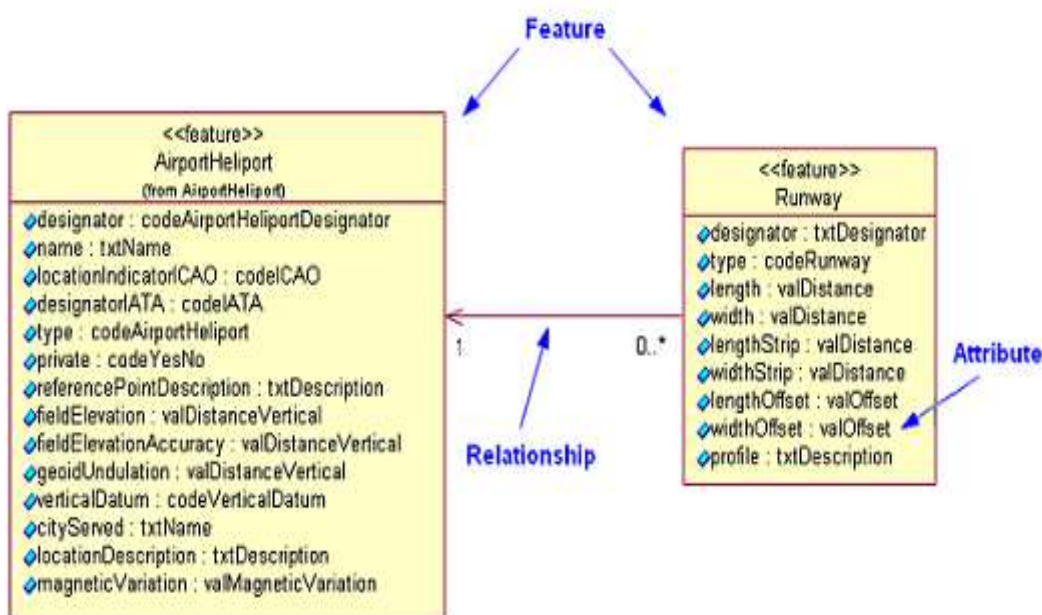


Figure III.1 : La modélisation UML de l'AICM

#### III.1.1.1 Aspect géométrique de l'AICM

Les positions sont codifiées d'une manière similaire pour toutes les entités du modèle AICM, pour lesquelles le concept de position est utilisé, le type le plus simple d'une position est le point, d'autres types plus complexes existent tel que les lignes et différents genres de zones [11].

## 1. La géométrie de Point

### a) La position géographique :

Deux attributs définissent directement la position géographique d'un point en termes de latitude [**GEO\_lat**] et longitude [**GEO\_long**].

Une valeur d'exactitude est associée à la position géographique. L'exactitude se compose d'un attribut de valeur [**VAL\_geo\_accuracy**] et d'un attribut pour définir l'unité de mesure en laquelle la valeur d'exactitude est exprimée [**UOM\_geo\_accuracy**].

Ce genre de rapport entre les valeurs et leurs unités de mesure est commun dans l'AICM.

### b) Altitude

Un seul attribut contient la valeur de l'altitude d'un point [**VAL\_elev**] et un attribut associé définit l'unité de mesure en laquelle l'altitude de position est exprimée [**UOM\_vert\_dist**].

### c) L'intégrité

L'intégrité des données d'un point est assurée par l'attribut de contrôle de redondance cyclique (Cyclic Redundancy Check) [**VAL\_crc**] qui contient une valeur de CRC, cette valeur est calculée à l'aide de l'algorithme **CRC-32**

Le calcul du CRC est basé seulement sur les quatre éléments suivants :

GEO\_lat

GEO\_long

VAL\_elev

VAL\_geoid

## 2. La géométrie: Aire

Les aires sont fermées, limitées par deux couches bidimensionnelles et décrites par des points (Position géographique) liés par des lignes centrales. Chaque ligne centrale a un point et un vecteur vers le point de la prochaine ligne centrale.

### 3. La géométrie: Ligne centrale

L'entité ligne centrale XXX dans l'AIXM est décrite par une série de points liés à cette ligne, cette série de point définit un vecteur horizontal ou vertical (Vue de profil). Les données décrivant chaque point sont contenues dans l'entité XXX\_CLINE\_POINT. La largeur est modélisée par l'attribut VAL\_WID.

**XXX** est le numéro d'identification

### 4. Les limites verticales

Il y a une série d'attributs qui sont employés dans la modélisation des limites verticales, tel que les limites supérieures et inférieures de l'espace aérien. Logiquement, les noms de ces attributs finissent par "\_UPPER" ou "\_LOWER".

Les limites supérieures et inférieures ont trois attributs :

- VAL\_dist\_ver\_upper/lower [la valeur réelle de la limite supérieure et inférieure]
- UOM\_dist\_ver\_upper/lower [l'unité de mesure (Mètre ou pied)]
- CODE\_dist\_ver\_upper/lower [le système de référence par exemple. 'STD' qui détermine l'altitude pression standard].

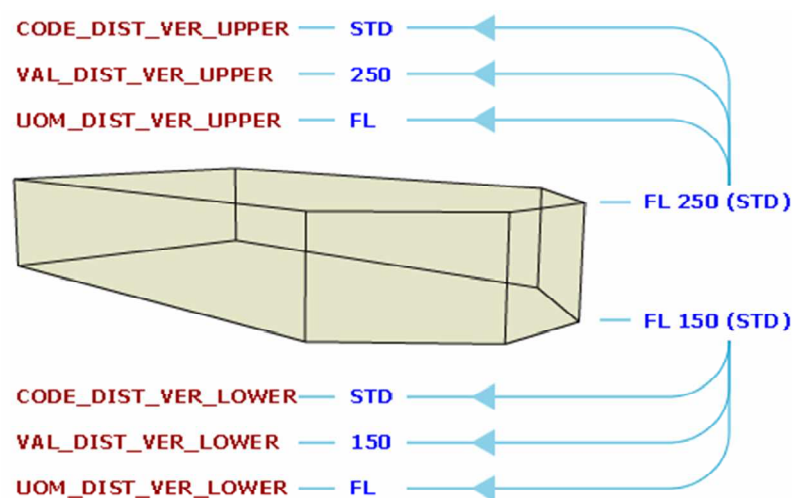


Figure III.2 : Séparation vertical dans l'espace aérien

## 5. La variation magnétique

Dans l'AICM le rapport entre la variation magnétique, le nord magnétique et le nord géographique est modélisé comme suit:

- Une variation magnétique positive indique que le nord magnétique est à l'est de nord Géographique.
- Une variation magnétique négative indique que le nord magnétique est à l'ouest de Nord géographique.

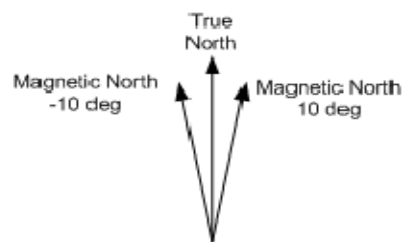


Figure III.3 : La direction du nord

### III.1.1.2 L'aspect temps de l'AICM

Les heures de travail, les heures d'application, les heures d'activité, les heures de fonctionnement et de non fonctionnement etc, sont des horaires qui peuvent être modélisés dans L'AICM, soit par les attributs contenus dans deux entités principales du temps ou d'une combinaison entre eux. Les entités TABLE DE TEMPS (TIMETABLE) et CALENDRIER (TIMESHEETS) exprime les valeurs comme suit :

- Valeur codée ou
- Table de temps ou
- Une combinaison des deux

#### 1. La valeur codée

**Les heures de travail [CODE\_WORK\_HR].**

Les horaires fréquemment rencontrés sont indiqués par un ensemble de codes prédéfinis. La liste actuelle contient les valeurs suivantes :

- H24 [service continu, 24 heures sur 24.]
- HJ [lever au coucher du soleil.]
- HN [le coucher du soleil au lever du soleil].
- HX [pas d'heures de travail spécifique].
- HO [service disponible pour répondre aux demandes opérationnelles].
- NOTAM [périodes d'activité doivent être publiées par NOTAM.]

## 2. La table de temps - Entité TIMESHEET

Les tables de temps sont utilisés pour des horaires modèle tels que:

- MON 10:00 - 18:00;
- MON 10:00 - THU 18:00;
- 08:35 - 17:25 on SAT, SUN et jours fériés.
- 10:00 - 18:00 tous les lundis entre le 15 MAR et 15 OCT;
- 15 minutes avant le lever du soleil jusqu'à 15 minutes après le coucher du soleil
- 15 minutes avant le lever du soleil jusqu'à 15 minutes après le coucher du soleil ou 19h00.

## 3. Système de référence du temps [CODE\_TIME\_REF]

Il s'agit d'un attribut obligatoire qui indique que le système de référence du temps est :

- UTC [universel coordonné heure] ou
- UTCW [réglable pour l'heure d'été UTC].

UTCW signifie que les heures figurant dans la feuille de temps sont exprimés en UTC.

### III.1.1.3 Les domaines conceptuels de l'AICM

Le modèle conceptuel d'AICM peut être modélisé en plusieurs domaines conceptuels chaque domaine contient des dispositifs qui décrivent les entités aéronautiques importantes.

[12]

### III.1.1.3.1 Aéroport et piste

La définition OACI de l'aéroport est la suivante :

Surface définie sur terre ou sur l'eau (comprenant, éventuellement, bâtiments, installations et matériel), destinée à être utilisée, en totalité ou en partie, pour l'arrivée, le départ et les évolutions des aéronefs à la surface [12].

L'AICM inclut des entités décrivant les aéroports contenu dans les AIP des états.

#### III.1.1.3.1.1 Aéroport

L'entité principale AD\_HP est décrite par des attributs obligatoires et optionnels et reliés à d'autres entités concernant l'aéroport. Ce qui suit est une description des spécificités de l'entité AD\_HP ainsi que ses attributs.

- **Le code d'identification [CODE\_ID]**

Le code d'identification sera, en général, identique à un code affecté à l'aéroport.

Voici les règles selon lesquelles cet identificateur devrait être formé:

- Si AD/HP dispose d'un identificateur OACI à quatre lettres alors il sera le CODE\_ID de l'aéroport/Hélistation.
- Si le AD/HP ne dispose pas d'un indicateur d'emplacement OACI à quatre lettres, mais d'un code IATA à trois lettres (unique au monde), alors il sera utilisé comme le CODE\_ID de l'aéroport : Hélistation.
- Si le AD/HP ne dispose ni d'un indicateur d'emplacement OACI à quatre lettres, ni d'un code IATA unique au monde de trois lettres, un code artificiel généré pourrait être utilisé. Celui-ci contiendra un groupe de lettres et de chiffres. La pratique courante dans cette circonstance est d'enchaîner le code de deux lettres de l'état responsable de

l'aérodrome/hélistation avec un nombre entier positif relatives à l'aérodrome / d'hélistation, dans la gamme entre 0001 à 9999 [12].

- **Code de l'OACI [CODE\_ICAO]**

Dans le cas où le code OACI existe, alors les deux attributs CODE\_ID et CODE\_OACI auront la même valeur.

- **Code IATA [CODE\_IATA]**

Dans le cas où l'aérodrome/Hélistation dispose d'un code IATA et non pas d'un code OACI alors les deux attributs CODE\_ID et CODE\_IATA auront la même valeur.

### **1. La géométrie point des aérodromes**

La géométrie de l'entité AD\_HP est un point. La latitude et la longitude de l'aérodrome sont les coordonnées du point de référence de l'aérodrome. Cependant l'altitude de l'aérodrome n'est celle du point de référence.

L'altitude d'un aérodrome est définie par l'OACI comme étant l'altitude du point le plus élevé de l'aire d'atterrissage.

### **2. Altitude de transition des aérodromes**

L'altitude de transition d'un aérodrome est définie par deux attributs:

VAL\_TRANSITION\_ALT La valeur de l'altitude de transition.

UOM\_TRANSITION\_ALT L'unité de mesure dans laquelle la valeur de l'altitude de transition est exprimée.

### **3. Adresse de l'aérodrome**

L'adresse et les coordonnées de l'aérodrome sont modélisées par l'entité AD\_HP\_ADDRESS. Cette entité représente un ensemble d'attributs qui associent une seule valeur à chaque élément de contact.



[CODE\_TYPE] définit le contenu de l'adresse TXT\_ADDRESS associés aux valeurs des attributs suivants :

- POST [adresse postale].
- Téléphone [numéro de téléphone].
- FAX [numéro de télécopieur].
- TLX [adresse télex].
- SITA [Société Internationale de Télécommunications Aéronautique].
- AFS [l'adresse du Service fixe Aéronautique].
- EMAIL [adresse Electronique e-mail].
- URL [Uniform Resource Locator (pour le World Wide Web)].
- RADIO frequency [Radio].

#### **III.1.1.3.1.2 La Piste**

L'entité piste est utilisée pour décrire chaque piste physique appartenant à un aéroport.

Un aéroport peut avoir plusieurs pistes physiques qui lui sont associés, dont chacune dispose de deux directions définies. Tous les autres aspects sont décrits par rapport à la direction de la piste, par exemple, les prolongements d'arrêt et l'aire de protection; l'obstacle de piste; le balisage lumineux d'approche; la distances déclarées et l'éclairage de la piste.

#### **Le désignateur [TXT\_DESIG]**

Cet attribut représente la désignation textuelle de la piste, servant à distinguer les pistes physique dans un aéroport qui a plus d'une seul piste.

Exemple La valeur d'un désignateur d'une piste peut être : 09/27, 02R/20L.

#### **1. L'axe de la piste**

L'axe de la piste physique est désigné par une série de points qui se trouvent sur cet axe. Les données décrivant chaque point sont contenues dans l'entité RWY\_CLINE\_POINT.

L'entité RWY\_CLINE\_POINT décrit une position géographique et une élévation associée, à l'aide des concepts décrits précédemment pour les données de la position des aérodrômes.

## 2. Le Profil de la piste

Cet attribut représente la description textuelle du profil de la piste contenu dans l'AIP Comme décrit dans l'annexe 15 de l'OACI.

Exemple de texte à partir d'une AIP :

-0,5% 500

-0,2% 1500m

-0,7% 1000m

-0,3% à 400 m

## 3. Direction de la piste

Pour chaque piste on peut définir une ou au maximum deux directions de piste. Chaque direction de piste est définie par l'entité RWY\_DIRECTION.

Pour chaque définition physique d'une piste, au moins une ou un maximum de deux directions de piste doivent être définies. Chaque direction de piste est représentée par une entité de RWY\_DIRECTION.

## 4. Taxiways (Voie de circulation)

Dans l'AICM, le taxiway est modélisé comme une surface avec une largeur définie, suivant une ligne centrale définie par une série de points. L'entité TWY définit en général le Taxiways qui est associée et un certain nombre de points de ligne centrale représentés par l'entité TWY\_CLINE\_POINT [12].

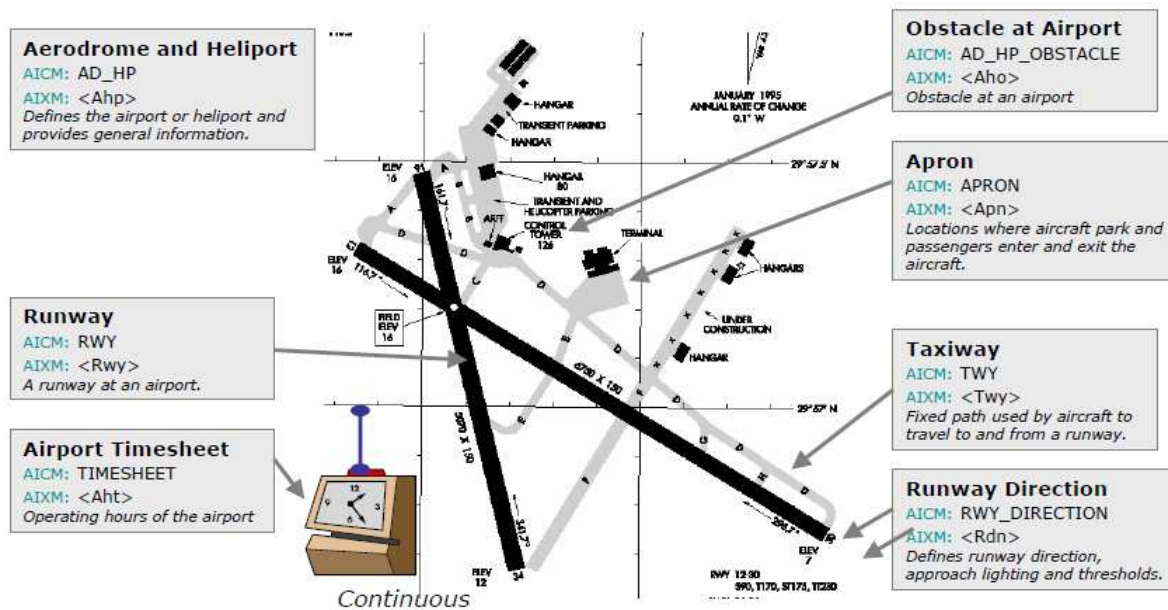


Figure III.4 : Le concept de l'aérodrome et de la piste

### III.1.1.3.2 L'espace aérien

L'espace aérien est défini par une entité générique représentant des « régions » (OACI ou autre), 'région', 'zone', 'secteur', etc., qui sont utilisées par les services de la circulation aérienne.

Dans l'AIXM, chaque espace aérien est modélisé par une entité AIRSPACE identifiée par une combinaison d'attributs obligatoires et facultatifs. Cette entité a associée des relations à d'autres entités qui décrivent la géométrie.

#### Le Type [CODE\_TYPE]

Les types d'espaces aériens sont prédéfinis et peuvent contenir les valeurs suivantes :

- FIR (région d'information de vol)
- UIR (région d'information de vol supérieure)
- TMA (région terminale)
- CTR (zone de contrôle)
- SECTOR (secteur)
- P [prohibited area] (Zone interdite)

-D [danger area] (Zone dangereuse)

-R [restricted area] (Zone réglementée)

### 1. Géométrie de l'espace aérien

Il y a deux manières principales de décrire la géométrie d'un espace aérien :

- En spécifiant une frontière horizontale et des limites verticales.
- En utilisant l'espace aérien avec la géométrie dérivée.

Des frontières horizontales sont modélées en utilisant les entités AIRSPACE\_BORDER, AIRSPACE\_BORDER\_VERTEX et AIRSPACE\_CIRCLE\_VERTEX. La description pourrait se rapporter à une frontière politique ou géographique.

#### Les frontières géographiques (GEO\_BORDER)

Les frontières d'espace aérien sont les parties composées de frontières d'état ou de littoraux. Rendre cette situation explicite dans le modèle à beaucoup d'avantages. Par exemple, une base de données mettant en application ce modèle aurait une taille sensiblement plus petite. Les frontières d'état sont faites de petits segments, qui ne doivent pas être copiés à chaque frontière d'espace aérien qui inclut une partie de la frontière d'état.

##### a. Les limites verticales

Les limites verticales sont modélisées en utilisant des attributs finissant par « \_UPPER » et le « \_LOWER ».

#### VAL\_DIST\_VER\_UPPER

La limite supérieure de l'espace aérien est modélisée en utilisant trois attributs :

- VAL\_DIST\_VER\_UPPER pour la valeur numérique ;
- UOM\_DIST\_VER\_UPPER pour les unités de la mesure (par exemple, mètres ou Pieds) ;
- CODE\_DIST\_VER\_UPPER pour le système de référence (par exemple, « Alt » pour une altitude. Dans ce cas la référence est MSL - niveau moyen de la mer).

**VAL\_DIST\_VER\_LOWER**

La limite inférieure de l'espace aérien est modélisée en utilisant VAL\_DIST\_VER\_LOWER, UOM\_DIST\_VER\_LOWER et CODE\_DIST\_VER\_LOWER.

**b. Frontière d'espace aérien (AIRSPACE\_BORDER)**

La frontière horizontale d'un espace aérien utilise l'entité d'AIRSPACE\_BORDER, qui se compose réellement d'un ordre d'AIRSPACE\_BORDER\_VERTEX ou d'un AIRSPACE\_CIRCLE\_VERTEX

**b.1 AIRSPACE\_BORDER\_VERTEX**

Chaque sommet contient la position géographique (latitude/longitude) d'un point de frontière et le type de chemin vers le prochain point. Les frontières de l'espace aérien ont des formes fermées. Par conséquent, le dernier sommet contient le type de chemin du premier point.

**b.2 AIRSPACE\_CIRCLE\_VERTEX**

Cette entité est utilisée afin de modéliser les frontières de l'espace aérien, qui a la forme d'un cercle. La latitude du centre [GEO\_LAT\_CEN] et la longitude [GEO\_LONG\_CEN] correspondent au centre du cercle. La valeur du rayon de cercle et ses unités de mesure sont respectivement représentés par VAL\_RADIUS et UOM\_RADIUS.

**c. Espace aérien avec géométrie dérivée**

L'entité d'AIRSPACE\_DERIV\_GEOMETRY est une construction spécifique, qui sert à modéliser des situations où la géométrie d'un espace aérien est dérivée de la géométrie d'un autre espace aérien.

**Association d'espace aérien**

Des associations simples d'espaces aériens sont modélisées par l'entité AIRSPACE\_ASSOCIATION. Ce type d'association peut être utilisé pour modéliser, par

exemple, les diverses configurations de secteur dans une zone contrôlée, activées à différents moment [12].

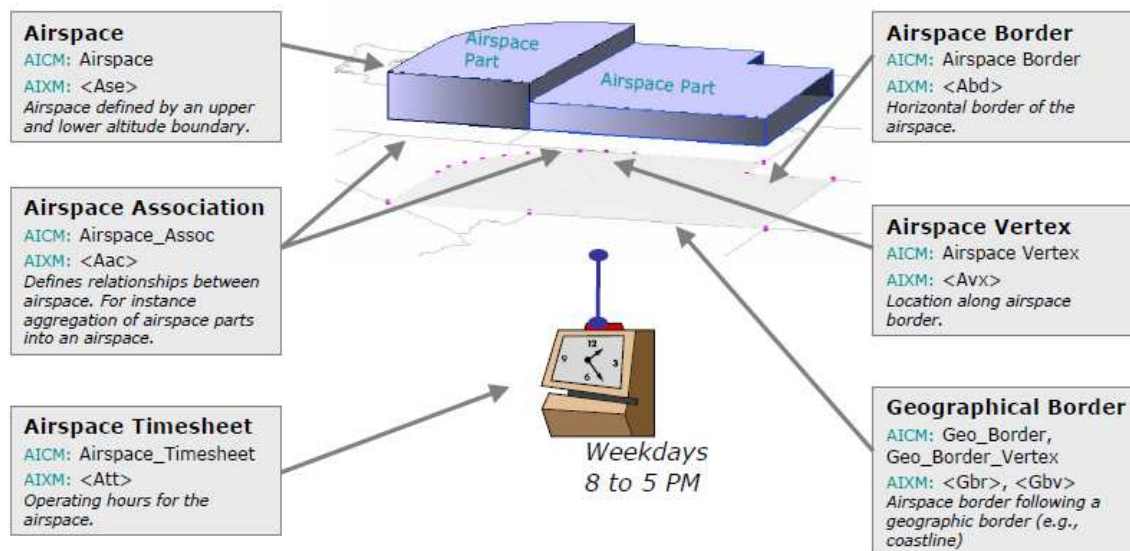


Figure III.5 : Le concept de l'espace aérien.

### III.1.1.3.3 les points significatif et les moyens d'aides à la navigation

Le concept des points significatifs dans l'espace est utilisé dans la navigation et le contrôle du trafic aérien. Les aides à la navigation peuvent inclure des aides à l'atterrissage telles que l'ILS et l'MLS.

#### 1. Les points significatifs ( significant point)

Un point significatif est défini par l'OACI comme étant, un emplacement géographique spécifique utilisé pour définir une route ATS, la trajectoire de vol d'un aéronef ou pour d'autres de type de navigation. Cela inclut les points désignés (designated Points) et les aides à la navigation (Nav aids) tels que VOR, NDB, TACAN, DME, MKR.

L'entité SIGNIFICANT\_POINT est considérée comme un espace réservé ou « placeholder » pour un point désigné, le VOR, le DME, etc. Au niveau conceptuel, elle simplifie le modèle en réduisant de manière significative le nombre de relations.

Cependant, elle peut disparaître lors d'une exécution et remplacée par des relations directes avec les entités qui sont incluses dans le concept « significant point ».

#### **a. Les points désignés**

La définition du point désigné dérive de la définition du point significatif, par différence : n'importe quel point significatif non marqué par l'emplacement d'une aide à la navigation est modélisé comme DESIGNATED\_POINT.

Chaque DESIGNATED\_POINT doit avoir une marque codée et une position géographique spécifique (latitude, longitude, informations), il est également obligatoire de le spécifier.

#### **CODE\_ID**

Il s'agit de l'identificateur codé du point désigné. Les exemples les plus courants sont les indicateurs de code OACI à 5 lettres, mais le CODE\_ID peut aussi avoir moins de 5 lettres.

#### **CODE\_TYPE**

Le type le plus commun est « OACI ».

Si CODE\_TYPE=' OACI ', alors CODE\_ID est unique dans le monde.

Le second type, par ordre d'importance est « ADHP », qui est produit pour les points désignés utilisés dans le cadre d'un aérodrome/héliport. Par exemple, les points de cheminement d'une procédure RNAV, avec des indicateurs qui ne sont pas uniques et ne remplissent pas les conditions d'OACI des noms à 5 lettres.

Aussi, certaines référence d'un aérodrome/d'héliport peuvent être utilisés comme points dans une procédure d'approche aux instruments. Cette référence peut être : le seuil de piste ( RWY\_CLINE\_POINT).

## b. Les indications d'Angle

Une référence angulaire d'une aide à la navigation de type VOR, NDB., etc. qui survient à un moment donné (en général, un SIGNIFICANT\_POINT), est modélisée par l'entité ANGLE\_INDICATION. Elle a un seul attribut décrivant le VAL\_ANGLE\_BRG angle ainsi que l'attribut optionnel pour des remarques textuelles, commune à toutes les entités dans l'AICM.

### L'indication de roulement [VAL\_ANGLE\_BRG].

Cet attribut représente l'angle entre les aides à la navigation fournissant le roulement et le *significant point* ou le point de contrôle, associée à l'entité *angle indication*.

Le roulement est mesuré dans le sens horaire à partir du nord vrai ou du nord magnétique [0 degrés] à l'exclusion des 360 degrés. Par exemple l'est est à 90 degrés, le sud à 180 degrés et l'ouest à 270 degrés.

Chaque entité *angle indication* doit être associée à l'un des éléments suivants:

- Une aide à la navigation à partir de laquelle un palier peut être pris.

- Une relation avec:

- Un [VOR] VOR, ou

- Un [TACAN] TACAN, ou

- Un NDB [NDB].

- Un point défini.

- Une relation avec

- [SIGNIFICANT\_POINT], ou

- Un point de contrôle des systèmes de navigation [NAV\_SYS\_CHECKPOINT].



### c. Les indications de distance

Une indication distance à partir d'une aide à la navigation de type DME par exemple, qui se produit à une position donnée (Généralement, à un SIGNIFICANT\_POINT), est modélisée par l'entité DISTANCE\_INDICATION. La distance réelle est modélisée avec deux attributs (valeur et unités de mesure), ainsi que l'attribut optionnel pour des remarques textuelles, commune toutes les entités dans l'AICM.

## 2. Les aides à la navigation

Le concept « aides à la navigation » comprend des parties du modèle AICM qui représentent huit types de moyen d'aides à la navigation. Ce concept est divisé en plusieurs sections, comme suit:

- DME.
- VOR.
- NDB.
- TACAN.
- Marqueurs.
- PG.
- ILS.
- Les systèmes de navigation spécial.

### a. Caractéristiques des aides à la navigation dans l'AICM

Les caractéristiques d'un moyen unique sont, pour l'essentiel, encapsulé par l'entité du moyen. L'entité du moyen contient des attributs pour décrire les trois grandes catégories d'informations:

- L'emplacement du moyen.

L'emplacement du moyen est exprimé en utilisant la position du groupe des attributs, tels que "Géométrie: Point". Ces attributs décrivent la situation géographique et l'altitude du moyen ainsi que l'exactitude des valeurs de position. Les valeurs sont également protégées.

- Les heures de travail du moyen.

Les heures de travail sont modélisées en utilisant une relation à une combinaison d'une valeur codée comme le cas d'une entité de feuille de temps.

- Les caractéristiques spécifiques du moyen

Il décrit les attributs du moyen et sa configuration, le type d'émission,

L'entité de base du moyen est éventuellement associée à des entités de feuille de temps et de limitation des entités à décrire pleinement un moyen et ses restrictions opérationnelles.

#### **b. La durée du travail**

Les heures de travail sont modélisées en utilisant une combinaison d'un code des heures de travail avec attribut [CODE\_WORK\_HR] dans l'entité et en option de feuille de temps CALENDRIER entité [TIMESHEET]

#### **c. Référence pour le vertical limite [CODE\_DIST\_VER]**

Ceci définit la référence utilisée pour la valeur correspondante distance verticale. De même pour les autres attributs pour un DME ayant le même nom, deux séries de valeurs sont définies:

Distances mesurées:

- HEI [La distance mesurée à partir du GND].
- ALT [La distance mesurée à partir de MSL].
- W84 [La distance mesurée à partir de l'ellipsoïde WGS-84].

Altitude Pression:

- QFE [Une lecture de 0 sur le calage altimétrique qui se produit sur GND]
- QNH [Pression donnant l'élévation de terrain sur GND (~ 0 à MSL)].
- MST [Le calage altimétrique est mis à l'atmosphère standard].

#### **d. Limitation d'utilisation du moyen**

Les limitations d'utilisation des aides à la navigation [NAVAID\_LIMITATION] peuvent être associées à un moyen par des entités de limitation d'utilisation [NAVID\_USAGE\_LIMIT].

Des limitations des aides à la navigation sont groupées sous des entités de limitation d'utilisation du moyen. Chaque groupe devrait contenir le même type de limitations de l'aide à la navigation et des limitations doivent seulement être liées au moyen.

#### **e. Limitations des aides à la navigation**

Les limitations des aides à la navigation sont modélisées comme des volumes de l'espace aérien. Toutes les limitations des moyen d'aides à la navigation du même type sont liés et identique sont regroupés. Ces groupements sont représentés par quatre entités: VOR\_USAGE\_LIMIT, DME\_USAGE\_LIMIT, NDB\_USAGE\_LIMIT et TACAN\_USAGE\_LIMIT.

Chaque instance de la limitation de l'entité [NAVAID\_LIMITATION] associée à une aide à la navigation à travers une limitation groupe [XXX\_USAGE\_LIMIT] décrit un seul secteur et avec un seul type de limitation, où XXX correspond à: VOR, DME, NDB ou TACAN.

Chaque volume est un secteur radial émanant de l'emplacement du moyen d'aide à la navigation. La forme géographique de chaque radiale est modélisée en termes d'angles de début et de fin (VAL\_ANGLE\_FM et VAL\_ANGLE\_TO) et les distances internes et externes de l'aide à la navigation (VAL\_DIST\_INNER et VAL\_DIST\_OUTER).

Un seul attribut contient les unités de mesure pour les mesures de distance horizontale, UOM\_DIST\_HORZ

#### **f. Aéroport et aides à la navigation**

La relation opérationnelle entre les aides à la navigation et les aéroports est modélisée à l'aide d'une entité intermédiaire [AD\_HP\_NAV\_AID] pour maintenir la relation

entre l'entité SIGNIFICANT\_POINT (représentant les aides à la navigation) et l'entité AD\_HP (représentant les aérodrômes).

L'entité AD\_HP\_NAVP\_AID permet une relation avec plusieurs aérodrômes et une entité d'aérodrome peut être liée à plus d'une aide à la navigation [12][13].

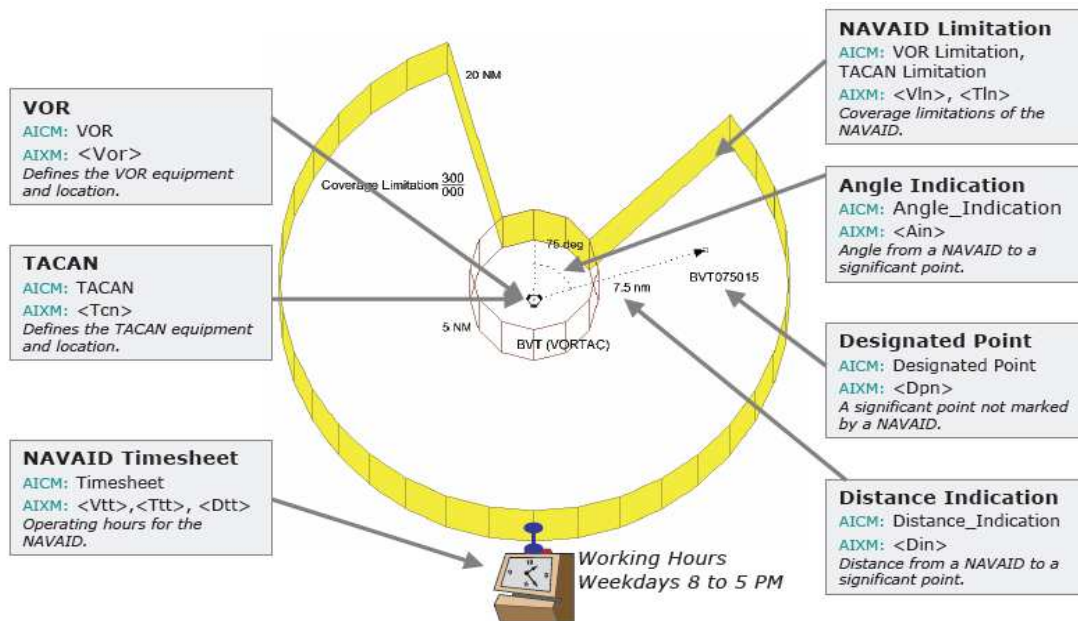


Figure III.6 : Concept des points significatif et des moyens d'aides à la navigation

#### III.1.1.3.4 les routes.

Les structures suivantes sont utilisées lors de la modélisation des routes (en route):

- Chaque route est identifié par l'entité (EN\_ROUTE\_RTE) qui est utilisé pour regrouper tous les segments de cette route;
- Chaque route doit être composé d'un ou plusieurs segments (RTE\_SEG) et:
  - Doit commencer et se terminent à un seul point important (SIGNIFICANT\_POINT).
  - Un point important peut être une aide à la navigation (VOR, DME, TACAN, NDB, MKR) ou un point significatif.
  - Peut être utilisé selon un ou plusieurs « états d'utilisation de segment de route » (RTE\_SEG\_USE).

Chaque état d'utilisation de segment de route contient un type d'utilisation et peut contenir une liste de niveaux et une liste de périodes de temps où cette utilisation particulière s'applique.

### **1. Segments de route**

Une route est modélisée comme ordre des segments, chaque un définis par un début et point significatif d'extrémité.

#### **a. Le numéro de séquence**

Le point du début et le point d'arrivée sont les relations explicites pour chaque segment de route, l'ordre des segments peutt être déduit sans la nécessité d'un numéro de séquence.

#### **b. La direction implicite**

Pendant que chaque segment est défini « from » d'un point de début « to » à un point final, il a une direction implicite. Cette direction doit être compatible avec la direction de la route. Le point de début de la route doit également être « from » du point du premier segment de route et le point final de la route doit être « to » au point du dernier segment.

La direction implicite d'un segment de route est appropriée, en spécifiant les restrictions d'utilisation, l'entité RTE\_SEG\_USE, « utilisation de segment de route ».

#### **c. Caractéristiques d'un tronçon routier**

##### **Type [CODE\_TYPE]**

Le type de la route, à partir d'un point de navigation de vue, peut-être actuellement décrit en utilisant une des options suivantes:

- CONV [voie classique].
- RNAV [espace route de navigation].
- DCTATS [DCT ou ATS].
- COFFRE [route Trunk].
- POLAR [route polaire].

- Le SSN [route Supersonic].
- TACAN [route TACAN].
- ADV [route consultatif].

Cette liste a été compilée en utilisant l'AIP comme source.

#### **d. Les niveaux**

Chaque segment de route à une limite inférieure et une limite supérieure définie, il peut avoir une limite minimale et une valeur supplémentaire qui remplace la limite minimale dans certains domaines.

### **2. Utilisation d'un tronçon de route.**

Pour un segment de route particulier, son utilisation doit respecter la direction, le calendrier, les niveaux de croisière, elle est sujet au « Flexible Use of Airspace » (FUA) et elle est définie par l'entité RTE\_SEG\_USE

#### **a. RTE\_SEG\_USE**

##### **Disponibilité du tronçon de route [CODE\_RTE\_AVBL]**

Il s'agit d'un code indiquant la disponibilité de la route et si elle est couverte le concept Flexible Use of Airspace.

#### **b. Heures de travail**

Une relation standard de la combinaison entre le temps de travail codé et la valeur d'une option entité feuille de temps est utilisée pour modéliser les temps quand la définition d'utilisation du tronçon est applicable.

### c. Les niveaux

Les niveaux associés à une entité d'utilisation sont définis par l'entité [RTE\_SEG\_USE\_LVL]. Chaque instance de l'entité RTE\_SEG\_USE\_LVL peut décrire l'un des trois types niveau suivant:

- **Un seul niveau**

Niveaux uniques, représentés en utilisant la VAL\_DIST\_VER\_LOWER, UOM\_DIST\_VER\_LOWER.

- **Une bande de niveau**

Une bande de niveau représente une bande de l'espace aérien limité par deux altitudes de croisière / niveaux dans lequel «libre mouvement vertical »peutt être autorisées dans l'AICM, les bandes de niveau sont représentés en utilisant l'attribut VAL\_DIST\_VER\_LOWER, UOM\_DIST\_VER\_LOWER, CODE\_DIST\_VER\_LOWER.

- **Les série de niveaux**

Pour une série de niveaux une relation obligatoire existe pour prédéfinir les entités au niveau des colonnes qui identifie la série des niveaux associés à l'utilisation d'un segment de route. La limite supérieure et inférieure de la série est représentée en utilisant l'entité [VAL\_DIST\_VER\_LOWER], [UOM\_DIST\_VER\_LOWER] [CODE\_DIST\_VER\_LOWER] pour représenter la limite inférieure et [VAL\_DIST\_VER\_UPPER] [UOM\_DIST\_VER\_UPPER] et [CODE\_DIST\_VER\_UPPER] pour représenter la limite supérieure [12].

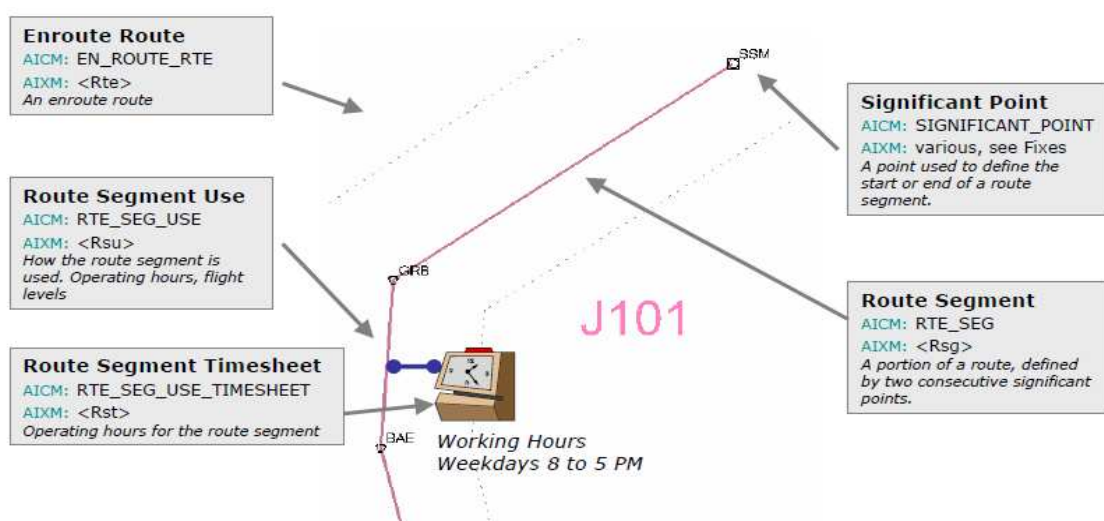


Figure III.7 : Le concept d'une route.

### III.1.1.3.5 Les procédures

L'AICM emploie le concept des routes en région terminale et les procédures:

- Départs normalisés aux instruments [SID].
- Arrivées normalisés aux instruments [STAR].
- Procédures d'approche aux instruments [PAI].

Chaque type de procédure terminale est modélisé par un groupe d'entités liées pour définir les propriétés spécifiques. Chaque procédure est associée à un aéroport [par exemple AD\_HP] et à une direction de la piste [RWY\_DIRECTION] associée à cet aéroport.

Toutes les procédures sont décrites par la même entité, bloc de construction fondamentale [PROCEDURE\_LEG].

#### 1. Départ normalisé aux instruments

Dans l'AICM un SID est modélisé en utilisant les entités suivantes:

- une entité principale qui décrit les propriétés générales de la SID.
- Une entité d'utilisation de la SID qui contient des entités définissant la disponibilité des SID.
- Un certain nombre d'entités liées à chaque entité de SID décrivant l'utilisation des horaires associés aux définitions d'utilisation de SID.

#### Type [CODE\_TYPE\_RTE]

Il s'agit d'un attribut obligatoire décrivant le type de SID, en termes de:

- O [Moteur hors SID].
- C [Classiques SID].
- R [SID].
- F [FMS SID].

#### La catégorie des aéronefs [CODE\_CAT\_ACFT]

Il s'agit d'un code indiquant les classes d'aéronefs pour lesquels le SID a été conçu. Sur



la base des dispositions de l'OACI PANS-OPS (DOC 8168), les valeurs permises dans l'AICM sont :

- A [Catégorie A].
- A20 [Catégorie A avec augmenter de 2% la capacité de gradient].
- A30 [Catégorie A avec grimper de 3% la capacité de gradient].
- A35 [Catégorie A avec montée de 3,5% la capacité de gradient].
- B [Catégorie B].
- C [Catégorie C].
- D [Catégorie D].
- E [Catégorie E].
- H [Catégorie H - hélicoptère].
- E [Catégorie E].
- AB [Catégories A et B].
- ABC [Catégories A, B et C].
- ABCD [Catégories A, B, C et D].
- BCD [Catégories B, C et D].
- CD [Catégories C et D].
- CDE [Catégories C, D et E].
- DE [Catégories D et E].

### Utilisation des SID

Chaque SID doit être liée à une ou plusieurs entité SID\_USAGE, pour décrire l'utilisation du SID par rapport à un calendrier et si elle est soumise au concept [FUA]. Le SID à un modèle, heure normale de calendrier tel qu'il est utilisé ailleurs dans l'AICM comprenant soit un CALENDRIER entité attribut [CODE\_WRK\_HR] ou une combinaison de celui-ci et les entités de la feuille de temps.

### 2. Arrivées normalisés aux instruments

Les attributs associés à chaque entité et leur interprétation est identique à celles décrites pour les SID, en dehors de CODE\_TYPE\_RTE qui a une plage de valeurs spécifiques, STAR.

**Type [CODE\_TYPE\_RTE]**

Il s'agit d'un attribut obligatoire décrivant le type d'étoile, en termes de:

- C [STAR classiques].
- R [STAR RNAV].
- F [STAR FMS].

**1. Procédures d'approche aux instruments**

En ce qui concerne le modèle PAI dans l'AICM

- Une entité principale qui décrit les propriétés générales de l'PAI [IAP],
- Une entité IAP\_USAGE en option qui est liée à l'entité IAP pour définir la disponibilité de l'PAI.
- Un certain nombre d'entités liées à l'entité IAP\_USAGE décrivant l'horaires associés aux définitions d'utilisation particulière de l'PAI.

**Type [CODE\_TYPE\_RTE]**

C'est le type de parcours que l'entité représente, l'une des valeurs suivantes:

- B [arrière de la piste LLZ].
- E [RNAV, GPS obligatoire].
- F [système de gestion de vol (FMS)].
- G [système de guidage instrument (IGS)].
- H [hélicoptère sur la piste].
- Je [système d'atterrissage aux instruments (ILS)].
- J [LAAS-GPS/GLS].
- K [WAAS GPS].
- L [seuls Localizer (LOC)].
- M [système d'atterrissage hyperfréquences (MLS)].
- N [NDB].
- P [système de positionnement mondial (GPS)].

- R [navigation de surface (RNAV)].
- T [Tacan].
- U [simplifié l'installation directionnelle (SDF)].
- V [VOR].
- W [MLS, Type A].
- Y [MLS, de type B et C].

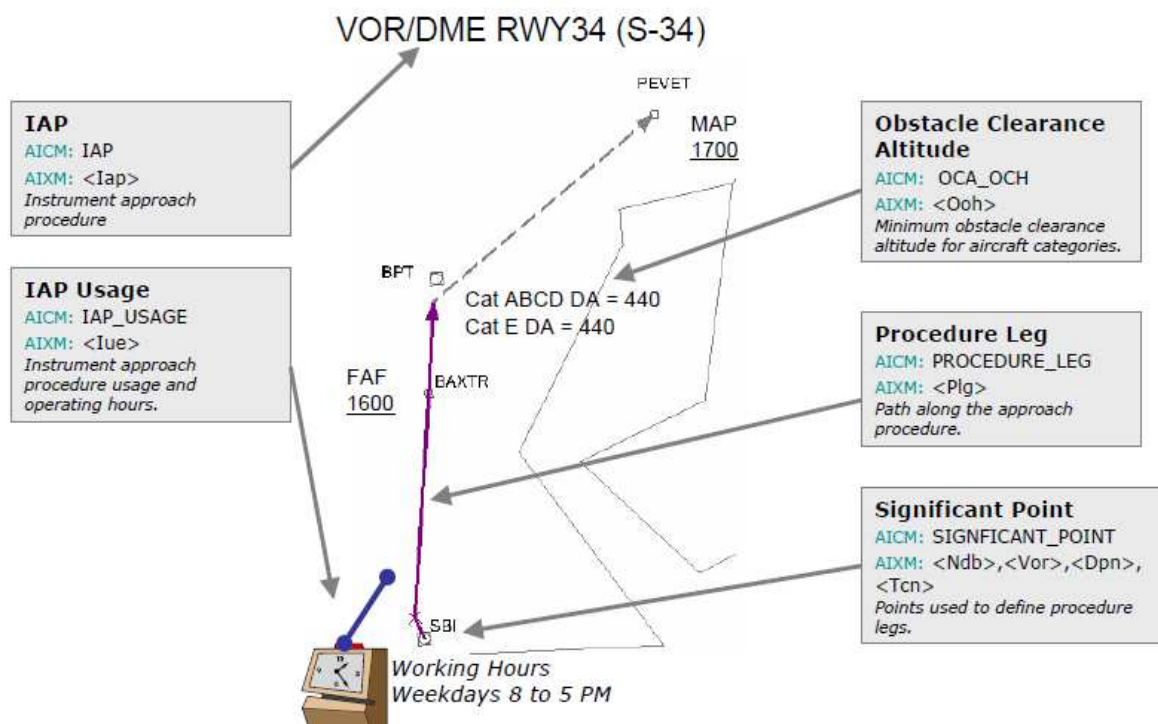


Figure III.8 : Le concept des procédures

### III.1.1.3.6 Organismes et services

Le concept de services est employé pour décrire les organismes, les divisions, les unités et les services qu'ils fournissent. Les services peuvent se relier à d'autres éléments aéronautiques tels que l'espace aérien, les aéroports, les procédures et les routes.

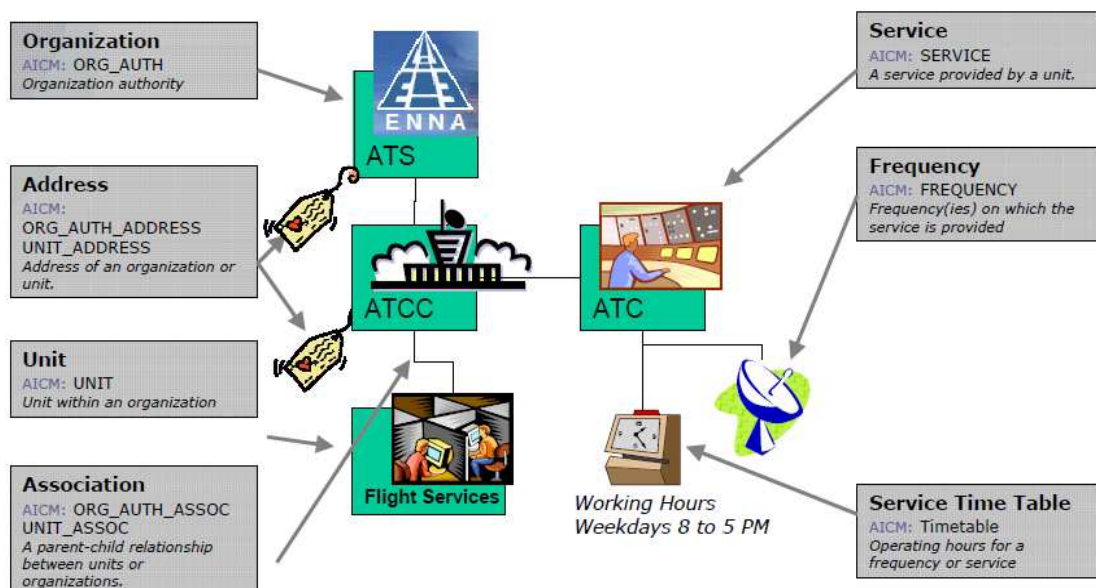


Figure III.9 : Le concept des services

Le secteur de concept de manuel de bases est employé pour décrire des organismes, divisions, unités et services qu'elles fournissent. Des services peuvent être explicitement reliés à l'autre élément aéronautique tel que l'espace aérien, les aéroports, les procédures et les routes. Le schéma montre un modèle d'un service de contrôle du trafic aérien en route. Les UNITÉS et les ORGANISMES peuvent avoir des adresses et associations. Chaque un de ces services de contrôle du trafic aérien peut inclure des FRÉQUENCES et le temps d'exploitation [13].

#### III.1.1.4 le passage de l'AICM à l'AIXM

L'AIXM est l'exécution physique de l'AICM dans XML. Les structures de l'AIXM sont les informations statiques dans des messages échangés par des services AIS [14].

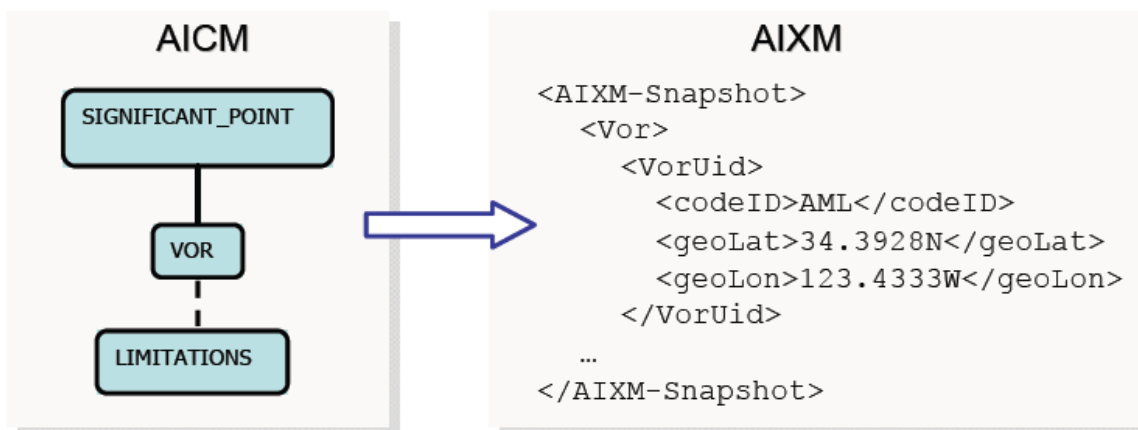


Figure III.10 : Exportation de l'AICM en XML

### III.1.2 Le schéma XML de l'AIXM

AIXM-XML spécifie une règle de codage qui sera utilisé pour le neutre d'échange de données aéronautiques, sur la base XML (Extensible Markup Language). L'XML est un format de texte et des valeurs de tous les types de données qui doivent être de caractère codé. Les unités de base d'un document XML sont des éléments pouvant avoir des attributs et un contenu.

Les Documents XML ont une structure hiérarchique. L'élément central de la spécification AIXM-XML est le schéma XML (XSD). Le schéma XML peut définir un certain nombre de types complexes [15].

#### 1. Notions de bases

L'unité d'information de base AIXM-XML est une caractéristique qui correspond à des vraies données dans l'environnement aéronautique, telles que les aides à la navigation, pistes, route segments, aéroports, etc. [12].

#### 2. Les noms de fonctions

Abréviations court de 3 lettres sont utilisées comme noms de fonctions [15].

### 3. Entité et attributs

Les Attributs du modèle entité-relation correspondent à des éléments locaux dans la déclaration des types de fonction ;

```
<xsd:element name="valFreq" type="valFreq">
  <xsd:annotation>
    <xsd:documentation>Frequency</xsd:documentation>
  </xsd:annotation>
</xsd:element>
```

Figure III.11 : Modèle d'entité XML

<valFreq> est un élément local dans la définition du type complexe <VorType>

#### III.1.2.1 L'identification d'entité

AIXM-XML emploie les clés naturelles afin d'identifier de manière unique les entités. Par exemple, l'identificateur unique d'un VOR est composé de la position de la station (latitude et longitude) et l'identification par radio. L'identificateur unique d'un élément est déclaré comme un type distinct complexe dans le sous-AIXM [15].

#### III.1.2.2 Types de messages AIXM-XML

Le format XML-AIXM a deux types de données d'échange:

- « Mise à jour » - contenant des données au sujet des dispositifs aéronautiques nouveaux, changés ou retirés
- « instantané » - contenant des données au sujet des versions des dispositifs aéronautiques choisis qui sont valides à une date et à une heure données [15].

### III.1.2.3 AIXM-Mise à jour

#### III.1.2.3.1 Généralités

Des messages d'AIXM-Mise à jour sont employés pour apporter des données précédemment échangées à jour, sans besoin de réviser un nouvel ensemble de données complet.

Un message de l'AIXM-Mise à jour XML a comme racine l'élément de <AIXM-Update>, qui contient un ordre d'un ou plusieurs éléments de <Group>.

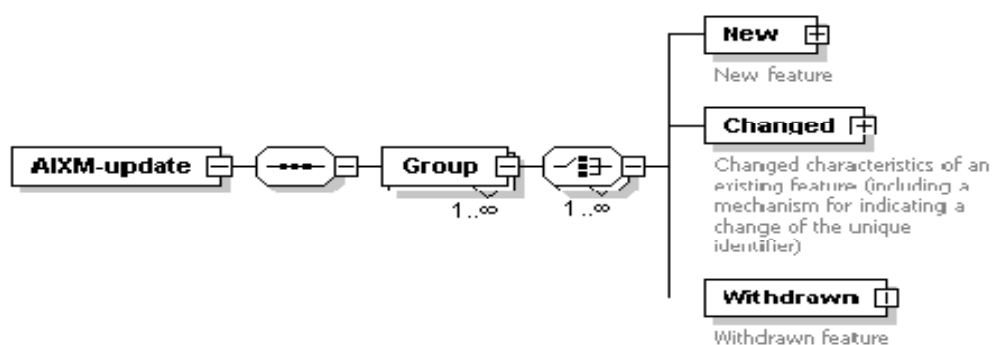


Figure III.12 Schéma XSD de miss à jour

#### III.1.2.3.2 Groupes

Un groupe peut être considéré comme un récipient pour les différents changements d'effet qui ont la même date et une cause fréquente.

Tous les changements inclus dans un message AIXM-mise à jour doit avoir la même date, spécifique dans l'attribut « efficace » de l'élément <AIXM-Update>.

Un <Group> contient une ou plusieurs mises à jour. Chaque mise à jour doit appartenir à l'uné des catégories suivantes: nouvelle, modifiée ou retirée [15].

#### III.1.2.3.3 Nouveau dispositif

L'élément <New> contient des données sur une instance nouvelle fonctionnalité, comme un nouveaux VOR, une nouvelle piste ou une nouvelle route. Par exemple, un nouveau type de carburant disponible à l'aéroport de Bruxelles pourrait être codé comme suit:

La marque unique (natural key) du nouveau dispositif est effectuée des éléments <FulUid> :  
marque de l'aéroport (« EBBR ») et catégorie de carburant (« AVGAS ») [15].

```
...  
<New>  
  <Ful>  
    <FulUid>  
      <AhpUid>  
        <codeId>EBBR</codeId>  
      </AhpUid>  
      <codeCat>AVGAS</codeCat>  
    </FulUid>  
    <txtDescr>Octane 100 Low Lead aviation fuel</txtDescr>  
    <txtRmk>Indicative price is 99.99 EUR / tone</txtRmk>  
  </Ful>  
</New>  
...
```

Figure III.13 Schéma XML d'un Nouveau dispositif.

#### III.1.2.3.4 Changement d'entité

Un élément <Changed> contient des données au sujet des attributs modifiés et d'un dispositif envoyé précédemment. Comme attributs de dispositif et des rapports sont employés dans la composition de la marque unique (natural key).

#### III.1.2.3.5 entité annulée

Un élément <Withdrawn> contient des données sur un cas caractéristique, qui n'existera plus à partir de la date effective du message AIXM-Update. La règle est que seul l'identifiant unique de l'instance de fonction doit être spécifiées dans un élément <Withdrawn> [15].

Par exemple, un type de combustible, qui n'est plus disponible à l'aéroport de Bruxelles pourrait être codé comme suit:



```
...  
<Withdrawn>  
  <FulUid>  
    <AhpUid>  
      <codeId>EBBR</codeId>  
    </AhpUid>  
    <codeCat>AVGAS</codeCat>  
  </FulUid>  
</Withdrawn>  
...
```

Figure III.14 Schéma XML d'une entité annulée

#### III.1.2.4 AIXM- Instantané

Des messages du l'AIXM-Instantané XML peut être considéré comme un genre de base de données contenant des données sur des dispositifs aéronautiques qui sont valides à un moment précis (date and time). L'élément racine est <AIXMSnapshot> qui possède des attributs indiquant l'origine du message, la date et le moment où il a été délivré et la date et l'heure utilisées comme critères de sélection (effective time) [15].

#### III.1.2.5 fichiers de schéma AIXM- XML

##### III.1.2.5.1 Inclusions

Le diagramme ci-dessous indique comment les cinq fichiers du sous-schéma, qui composent l'AIXM-XML, sont inclus l'un dans l'autre. Par exemple, l'AIXM Update.xsd doit inclure le fichier AIXM-Update-DataTypes.xsd et le fichier AIXM-Features.xsd [15].

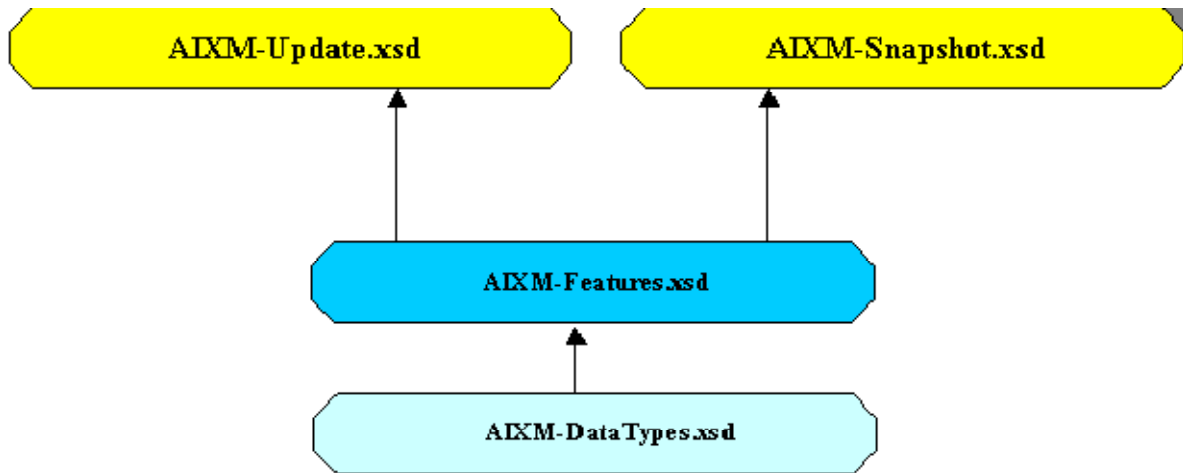


Figure III.15 : Inclusion des différents schémas XSD.

#### III.1.2.5.2 Types de Données (AIXM Data Types. xsd)

Une fois le sous-schéma d'AIXM-features est inclus dans l'AIXM Data Types. xsd, utilise le sous-schéma types de données déclarées dans l'AIXM-Update-DataTypes.xsd. Le type de données est défini différemment dans des dossiers d'AIXM-Update-DataTypes.xsd et d'AIXM-Snapshot-DataTypes.xsd. La différence consiste dans l'attribut option, qui est facultatif « chg », qui permet à des attributs d'un dispositif d'apparaître dans des messages de mise à jour [15].

Dans ce chapitre nous allons voir la nouvelle qualité du service d'information aéronautique, c'est à dire une nouvelle forme de publication des informations aéronautiques, de nouveaux NOTAM ainsi que le briefing de toute information pré vol et les données de terrain et d'obstacle.

Pour cela, nous présenterons tout d'abord les publications d'informations aéronautiques électroniques (eAIP), ensuite nous décrirons le digital notam (xNOTAM).

## **IV. 1 Publication d'information aéronautique électronique (eAIP)**

### **IV.1.1 Introduction**

La publication d'information aéronautique électronique (eAIP) aide à assurer la disponibilité de toutes les données et les informations aéronautiques dans les publications d'information aéronautiques (AIP), les amendements d'AIP (AMDT), les suppléments d'AIP (SUP) ainsi que les circulaires d'information aéronautiques (AIC) fournies par un Etat. De faire en sorte que le contenu et le format de ces documents peuvent être directement lisibles sur un écran d'ordinateur

La première version de l'AIP électronique a été créée en 2004 par Eurocontrol.

### **IV.1.2 Les spécifications de l'eAIP**

L'eAIP a été développé pour assurer l'harmonisation des informations aéronautiques, il permet aussi la publication du contenu d'un AIP dans un format électronique structuré. Ce format peut être Extensible Markup Language (XML), HTML ou format de document portatif (PDF). Ces formats permettent la production d'une copie imprimée de l'AIP.

L'AIP en forme électronique peut être visualisé sur un écran d'ordinateur. Son contenu ne peut pas être automatiquement extrait d'un système informatique.

Ces spécifications sont développées pour répondre à la règle de l'interopérabilité du ciel sur la qualité des données et les informations aéronautiques [2].

### IV.1.3 Processus de production

Une eAIP est produite pour utilisé l'information aéronautique stockée dans une base de données, ces données sont extraites et éditée par l'eAIP.

L'avantage de ce processus est que le format de lecture rapide et le format d'impression sont produits à partir des mêmes dossiers XML, qui peuvent être disponibles pour l'utilisateur [2].

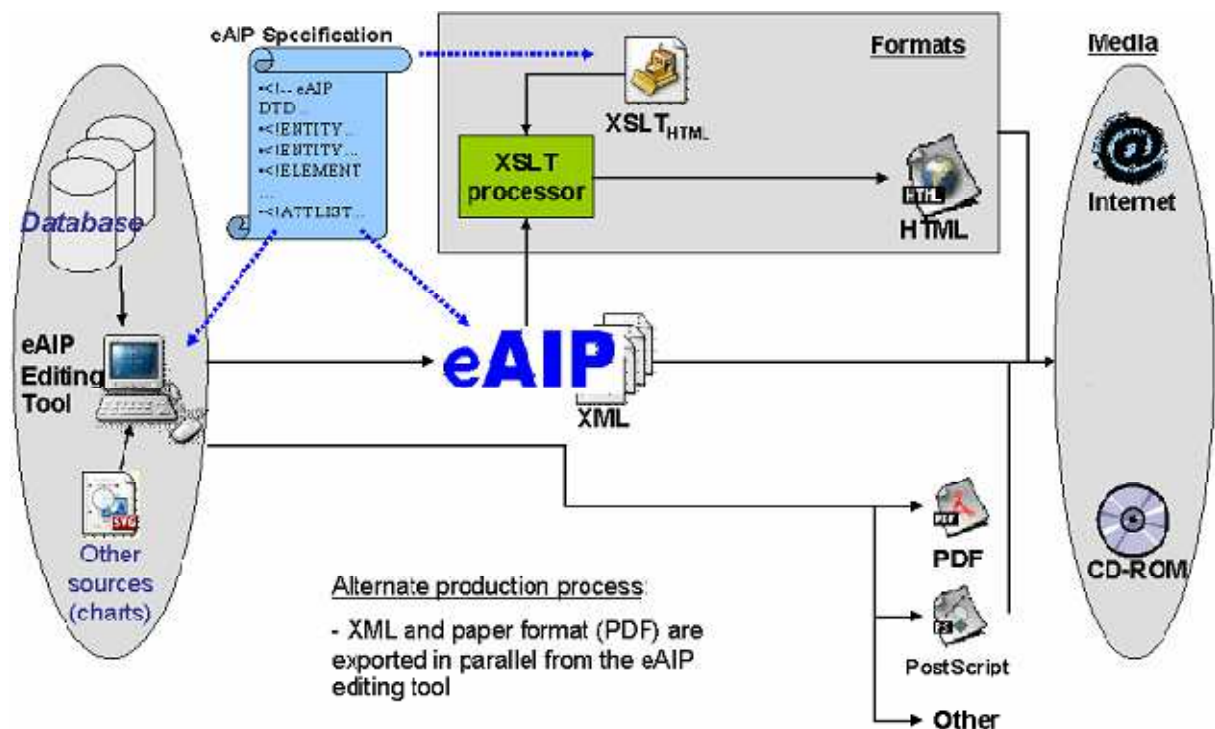


Figure IV.1 : Chemin de données d'une eAIP

### IV.1.4 Issues de Transition

La transition vers les documents électroniques présente de nouvelles possibilités, tel que la recherche rapide des liens hypertextes, et la présentation dynamique des changements du texte et les graphes, etc. Ceci vient également avec des contraintes, typiquement liées à la disposition de page et au format de codage.

Les anciennes caractéristiques de document sur papier doivent être adaptées au nouvel environnement numérique.

Pour refléter la transition du support papier aux supports électroniques, l'eAIP fournit les fonctionnalités suivantes :

- La comparaison avec la version papier et la modifiées.
- La vérification des dates efficaces pour chaque section et, dans la mesure du possible, et la source d'information.
- L'enchaînement des correspondances dans le contenu du texte.
- La capacité de mesurer dans et hors les diagrammes que le contenu configurable Peut montrer [16].

#### IV.1.5 La différence entre les processus actuellement traités sur papier et l'AIP électronique

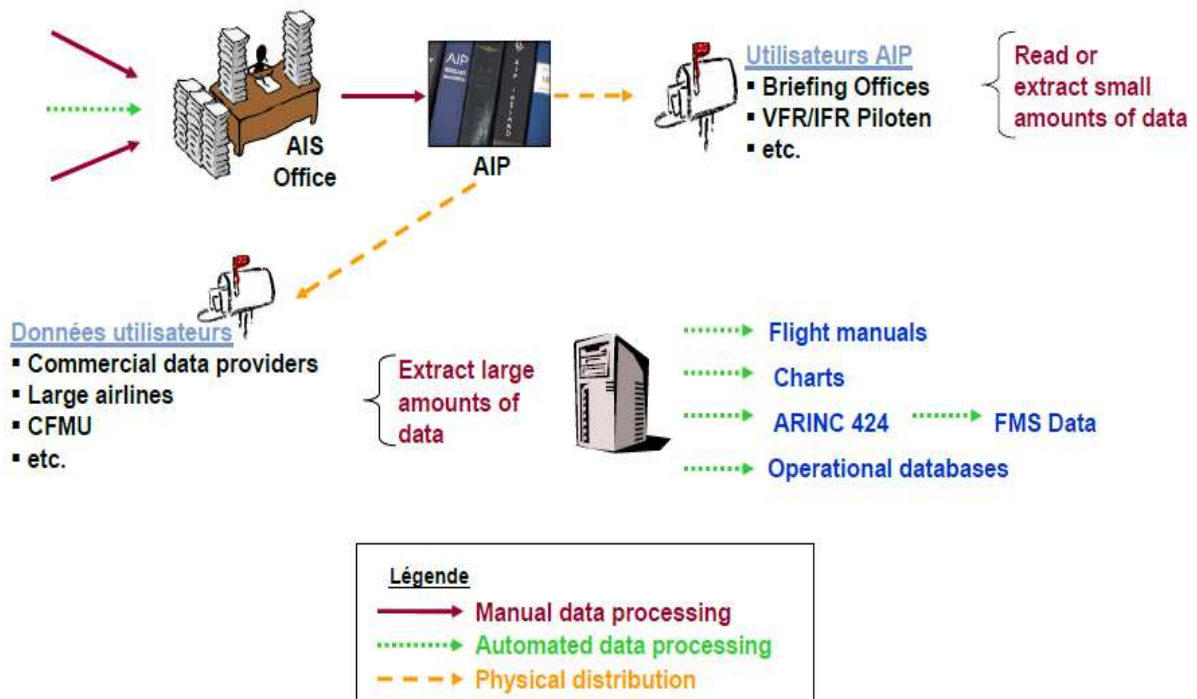


Figure IV.2 : Les étapes de traitement actuel de l'information

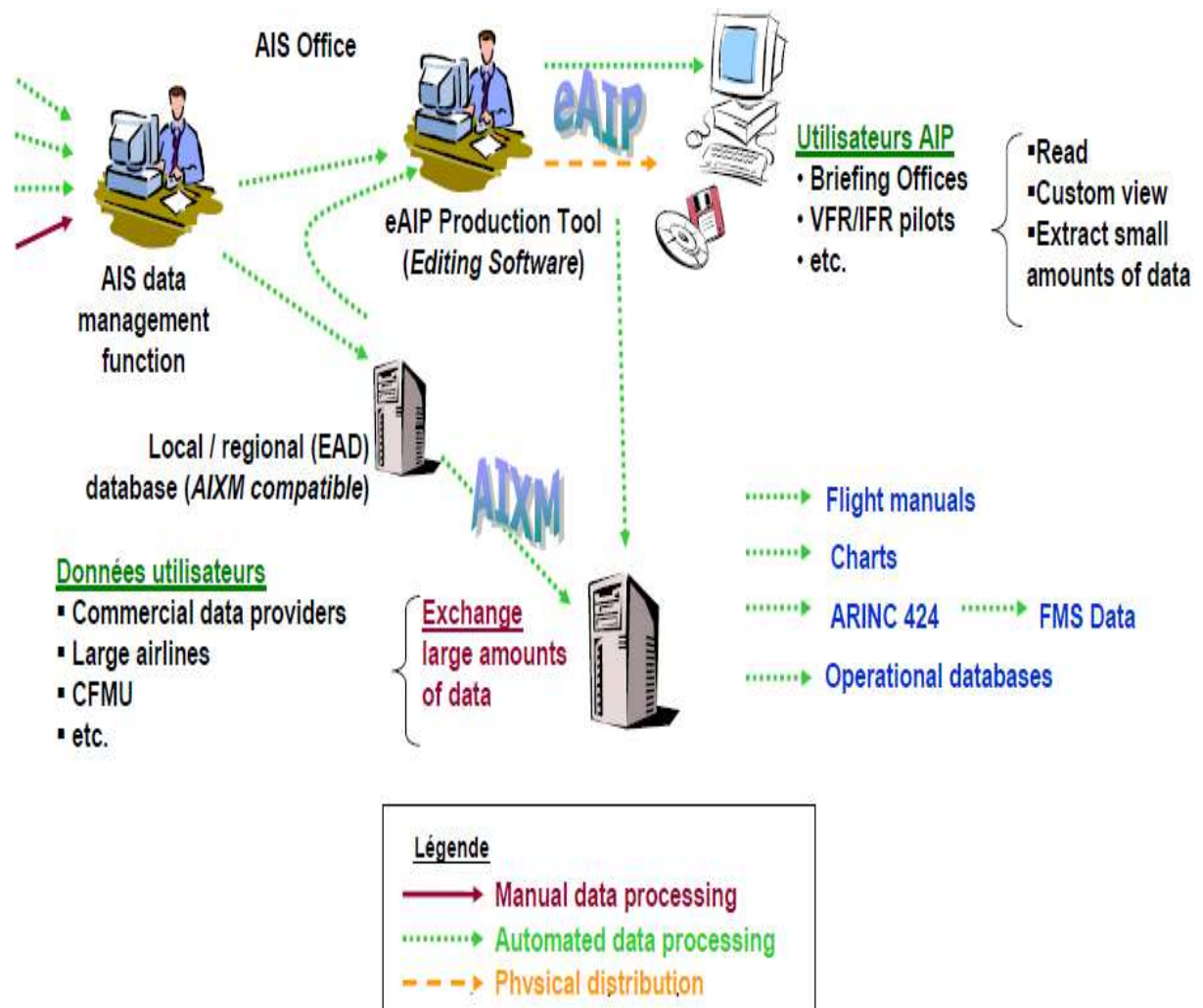


Figure IV.3 : Traitement de l'information dans l'AIXM

#### IV.1.6 Interface du fournisseur de l'eAIP

Les prestataires du service d'information aéronautique doivent s'assurer que toutes les données aéronautiques dans l'AIP sont rendues disponibles aux utilisateurs. Ces données sont stockées dans une base de données et sont visualisées à l'aide de l'AIXM [16].



Figure IV.4 : Interface des différents aérodromes.

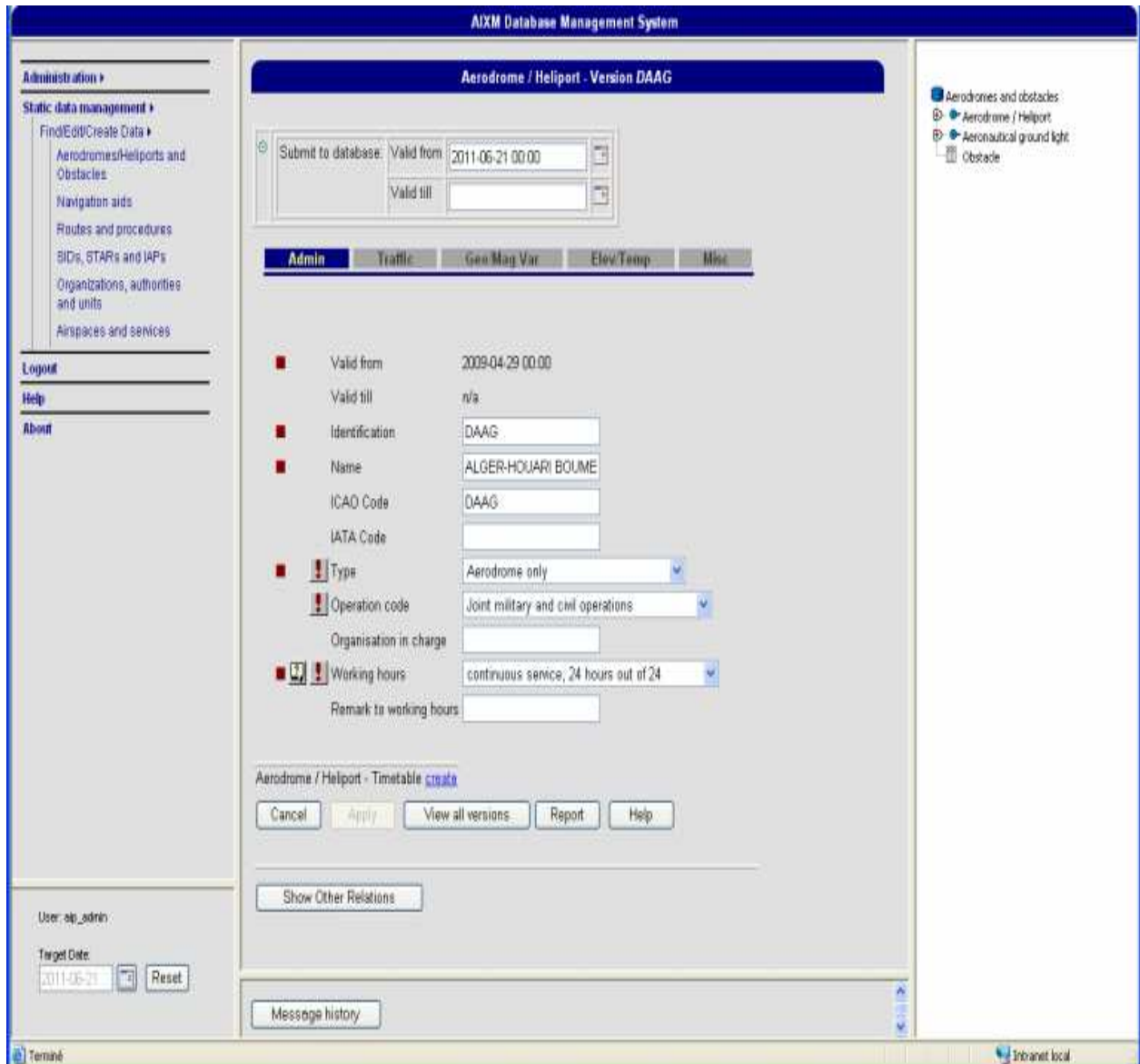


Figure IV.5 : Interface de l'aérodrome Houari Boumediene (DAAG).

#### IV. 1.7 visualisation de l'eAIP sur un écran d'ordinateur

Les spécifications pour les conditions d'eAIP pour la visualisation et la fonctionnalité de l'AIP en forme électronique suivant les conditions adhérent à l'annexe 15 de l'OACI.



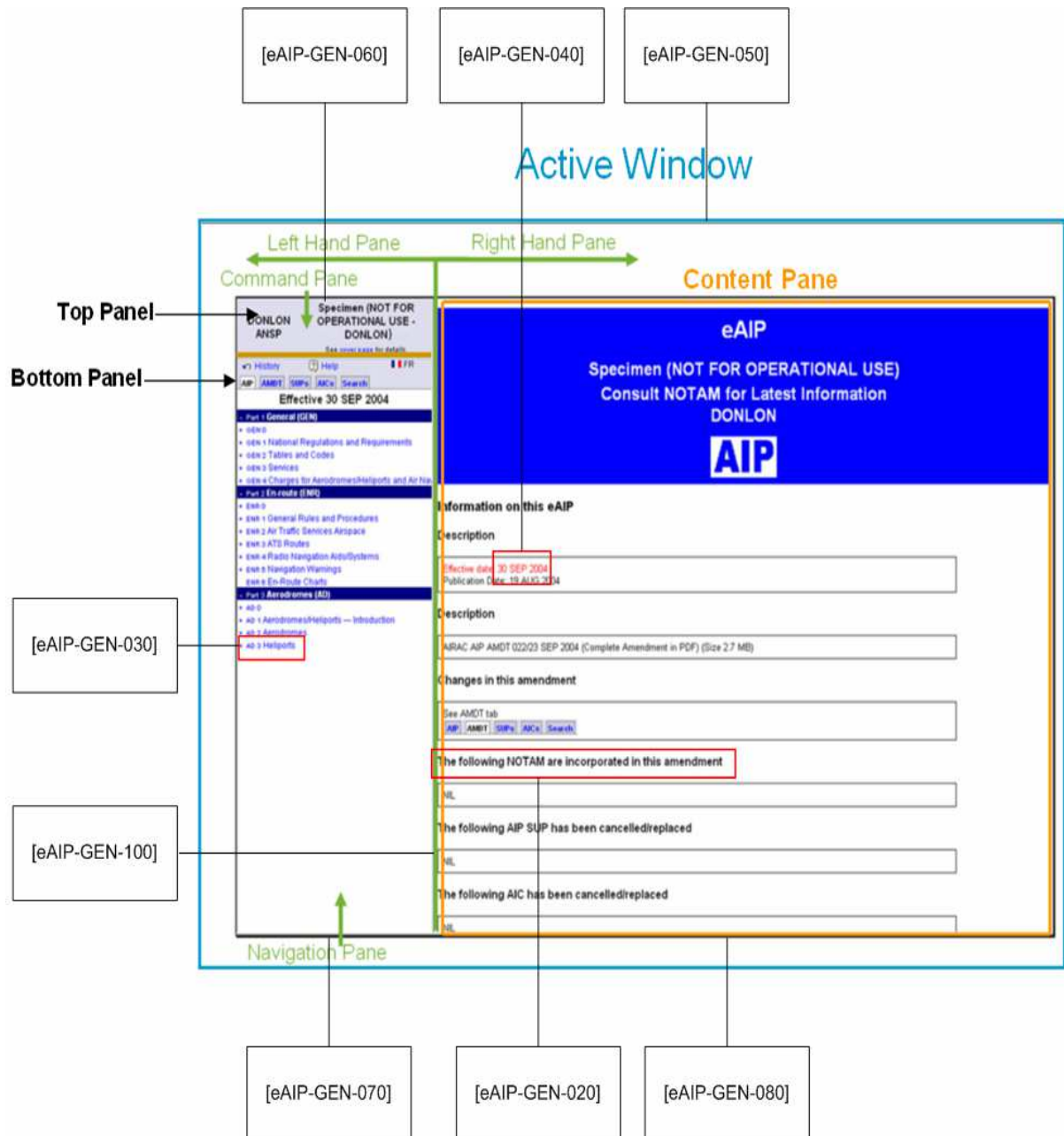


Figure IV.6 : eAIP sur internet

**IV.1.8 Les avantages dont profitent les utilisateurs de l'eAIP**

- Possibilité de représentation graphique des modifications.
- Pas de perte de temps pour la mise à jour des amendements.
- Disponibilité plus rapide grâce à l'accès Internet (l'envoi par courrier devient superflu)
- Distribution simplifiée au sein des différents organismes.

**IV.1.9 Les avantages pour les producteurs de l'eAIP**

- Meilleur AIP (cohérence, intégrité, convivialité).
- Risques et coûts moindres en comparaison avec un format de données électroniques

Propriétaire.

- Création simplifiée de l'eAIP structurée [17].

## **IV.2 Le digital notam (xNOTAM)**

### **IV.2.1 Introduction**

C'est une notification distribuée au moyen de télécommunication contenant des conditions ou des changements de l'information aéronautique de tout service, ou risque aéronautique.

L'objectif du digital NOTAM est de faciliter la lecture aux pilotes et aux contrôleurs et de minimiser le temps [18].

### **IV.2.2 Le concept**

Un Digital NOTAM est un petit ensemble de données, effectué à travers des réseaux de communication plus avancés, il est prévu pour être affiché et traité par des systèmes automatisés, ce qui permet la conversion en texte et formats graphiques pour la présentation aux exploitants. Le Digital NOTAM peut être utilisé par exemple pour présenter un diagramme de mise à jour d'aéroport au pilote et au contrôleur, contenir des descriptions graphiques des secteurs de travaux en cours, pistes fermées, obstacles provisoires, etc.

Un Digital NOTAM peut également déclencher des actions automatisées, comme par exemple, déterminer les procédures effectuées par l'indisponibilité d'un moyen radionavigation.

Toutes les données actuellement échangées par NOTAM doivent être modélisées et spécifiées dans un format d'échange de données réalisé par l'AIXM.

En plus du modèle, un certain nombre de règles et de directives sont nécessaires afin d'harmoniser le codage des différentes catégories des événements de NOTAM [18].

### IV.2.3 Les données de base

Le codage de Digital NOTAM est basé sur les règles générales de temporalité d'AIXM. Le digital NOTAM est produit de fonctionnalités de l'AIXM delta de temps (TEMPDELTA) et Tranches de temps (TimeSlices), Par exemple, un moyen radionavigation d'événement hors service provisoire sera codé comme nouveau TimeSlice avec l'interprétation=TEMPDELTA pour le moyen correspondant et inclure un statut opérationnel =UNSERVICEABLE de propriété.

N'importe quelle application de Digital NOTAM est disponible dans les données statiques de l'AIXM [15].

### IV.2.4 Le NOTAM traditionnel

C'est une notification distribuée au moyen de télécommunication contenant l'information du changement de tout service, procédé ou risque aéronautique, la connaissance opportune dont est essentiel au personnel concerné par les opérations de vol.

Aujourd'hui, des informations provisoires dans le système de NOTAM sont fournies principalement par des textes libres. C'est incompatible avec les systèmes de gestion d'information aéronautiques de plus en plus automatisés, qui se fondent en grande partie sur des données aéronautiques opportunes, précises et d'une qualité assurées.

Actuellement, la mise à jour aéronautique de dernière minute de l'information, signifie « NOTAM ». Créé il y a 60 ans, elle est basée sur les messages avec texte, qui sont prévus pour transporter aux pilotes tous ce qui est critique pour la sécurité des vols.

```
(A2018/07 NOTAMN)
Q) EGPX/QMRLC/IV/NBO/A /000/999/5439N00613W005
A) EGAA B) 0709011344 C) 0709011344
E) RWY 07/25 WITHDRAWN FM SER DUE TO ESSENTIAL MAINT.
BOTH RWY CAN BE MADE AVBL TO FULL OPR CRITERIA WITH 30MIN PPR.
WIP WILL BE SUSPENDED WHEN THE CLOUD CEILING FALLS TO OR BLW
OR VIS FALLS TO OR BLW 5000M.)
```

Figure IV.7 : Exemple d'un NOTAM traditionnel

### IV.2.5 Le nouveau NOTAM

Mise à jour aéronautique de l'information de Digital (Digital NOTAM), ou services numériques, possédant un ensemble de données et contenant des informations sur tout changement dans n'importe quel service, procédé ou risque aéronautique.

```

- <AirspaceUsageTimeSlice gml:id="VID014">
+ <gml:validTime>
  <interpretation>TEMPDELTA</interpretation>
  <sequenceNumber>1</sequenceNumber>
- <isComposedOf>
  - <AirspaceLayerUsage>
    <activity>UAV</activity>
    <statusActivation>ACTIVE</statusActivation>
  - <concerns>
    - <LevelAndTimeBlock>
      <upperLimit uom="FL">95</upperLimit>
      <upperLimitReference>STD</upperLimitReference>
      <lowerLimit uom="FT">4500</lowerLimit>
      <lowerLimitReference>MSL</lowerLimitReference>
    - <isActiveBy>
      - <Timetable>
        - <isComposedOf>
          - <Timesheet>
            <timeReference>UTC</timeReference>
            <startDate>24-07</startDate>
            <endDate>24-07</endDate>
            <day>MON</day>
            <startTime>09:00</startTime>

```

Figure IV.8 : Exemple d'un nouveau NOTAM

### IV.2.6 Avantage du digital NOTAM

Le Digital NOTAM contribue au but de stratégie de gestion de l'information aéronautique des dispositifs, de l'information et des services reliés ensemble par un réseau de communication pour réaliser l'avantage optimal des ressources et la meilleure synchronisation des événements et de leurs conséquences. Ceci est également connu comme le système d'information centralisé

Ceci permettra de fournir une vue commune et précise de l'environnement aéronautique pour satisfaire la qualité, l'efficacité et la sécurité de la navigation aérienne [18].



Figure IV.9 : Visualisation d'un xNOTAM par le pilote

#### IV.2.6.1 La qualité

Avec l'information numérique, il est possible de mettre des procédures approfondies et rentables à fin de valider et d'évaluer les données. L'indisponibilité d'un moyen critique est immédiatement déclencher, ceci exige des procédures appropriées d'impact de changement qui soient définies et codées dans le système [18].

#### IV.2.6.2 L'efficacité

L'information est codée seulement une fois, du côté de l'utilisateur, le Digital NOTAM permettra l'amélioration radicale des possibilités de filtrage de l'information. Ceci arrêtera la surcharge des informations échangé [18].

### IV.3 L'intégration du briefing

L'objectif de l'intégration du briefing est de soutenir à l'avenir le développement des équipements de briefing pour améliorer l'accessibilité pendant la phase avant le vol à tous les autorité appropriés, indépendamment de leur source, qui ont besoin de la planification et l'exécution d'un vol.

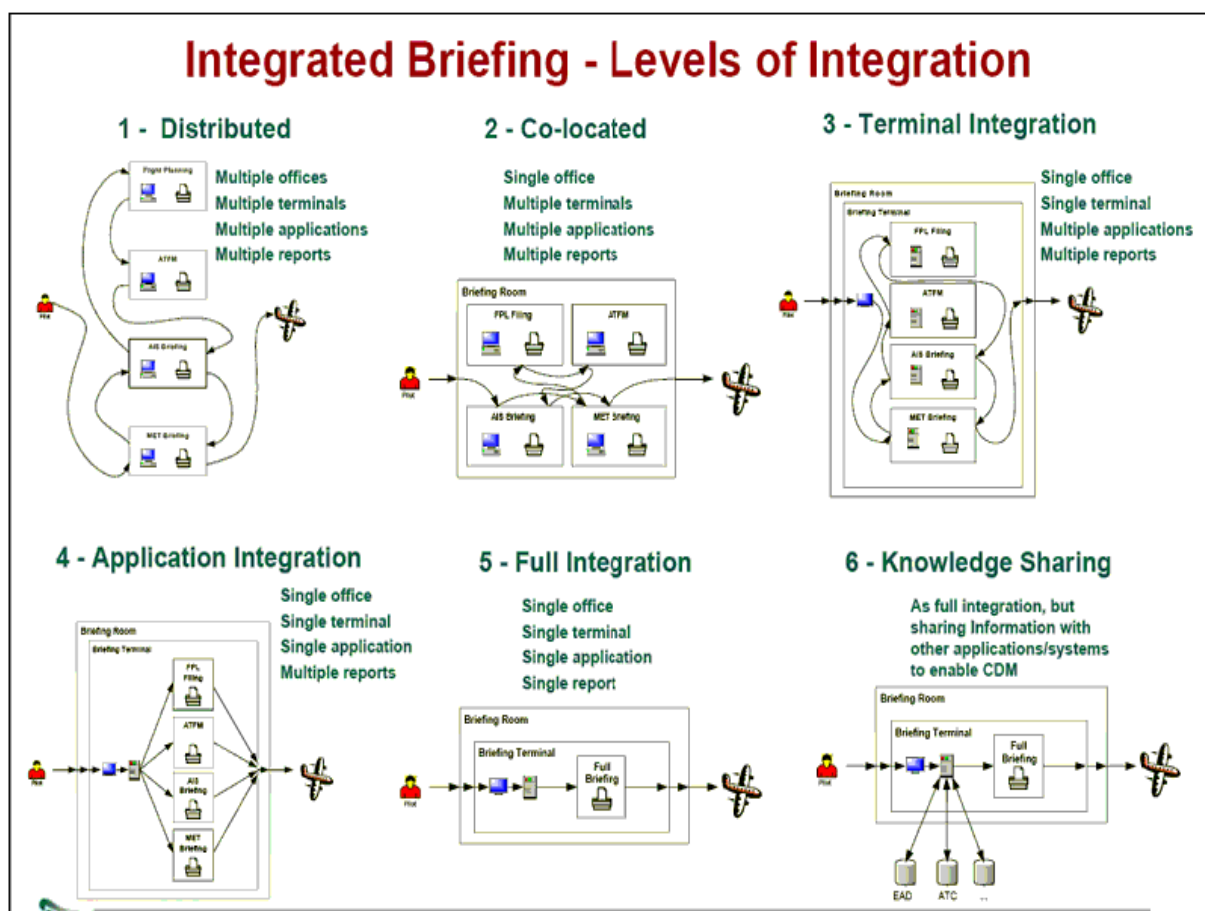


Figure IV.10 : Développment d'intégration du briefing

### IV.4 Données de terrain et d'obstacles électroniques (eTOD)

Pour satisfaire aux prescriptions nécessaires à la prise en charge des systèmes et des fonctions de navigation aérienne spécifiés, des ensembles de données électroniques de terrain et d'obstacles seront recueillis et enregistrés dans des bases de données en fonction des zones de couverture suivantes :

Zone 1 : ensemble du territoire national.

Zone 2 : région de contrôle terminale.

Zone 3 : zone d'aérodrome ou d'hélistation.

Zone 4 : zone d'opérations de catégorie II ou III.

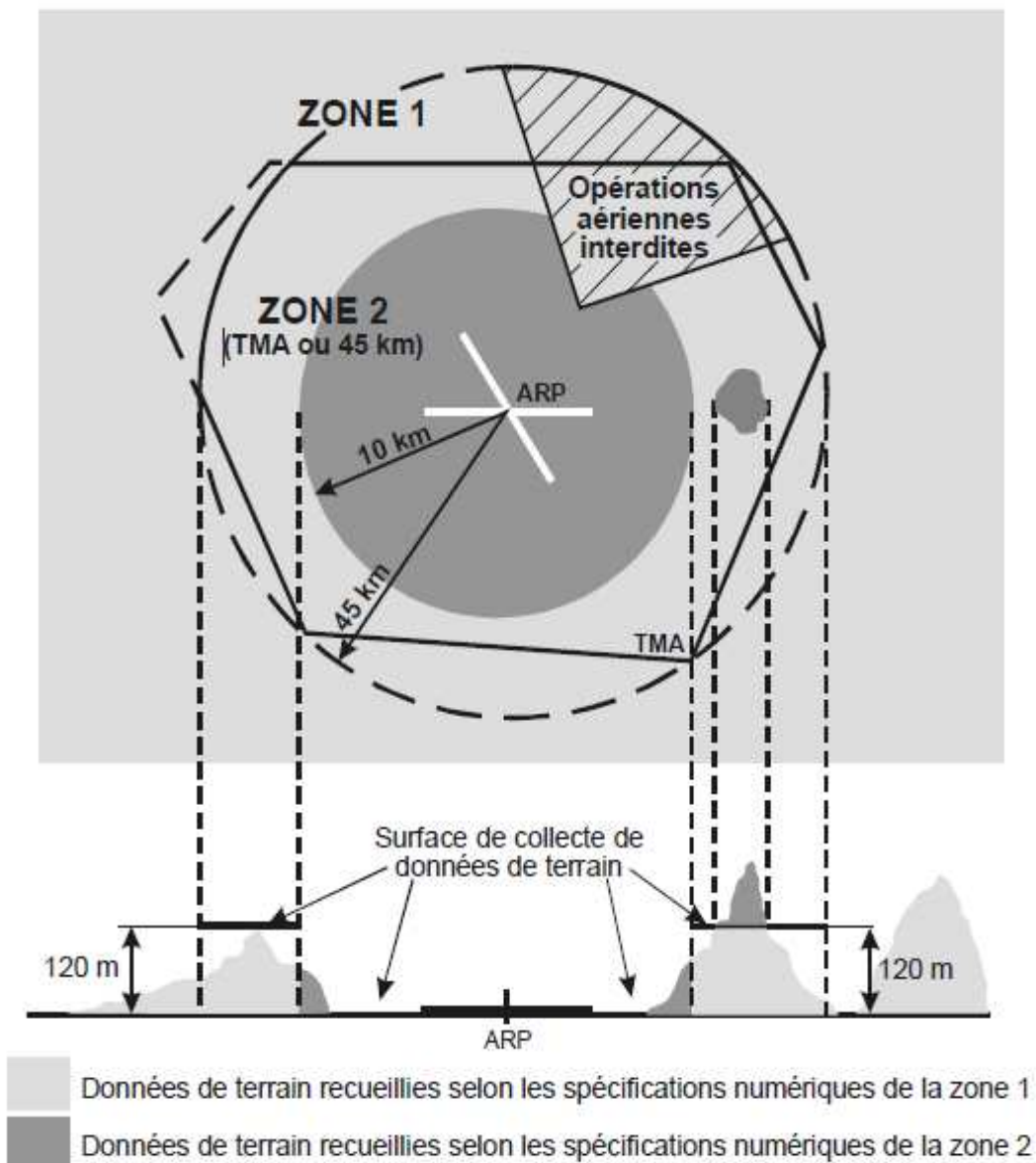


Figure IV.11 Surfaces de collecte de données de terrain : Zones 1 et 2

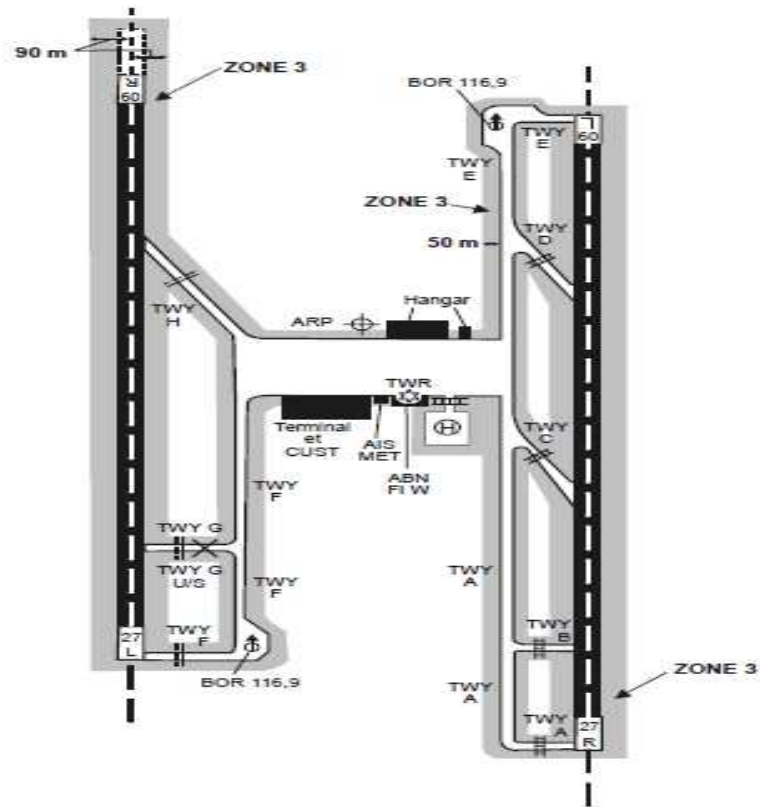


Figure IV.12 : Surface de collecte de données de terrain et d'obstacles : Zone 3

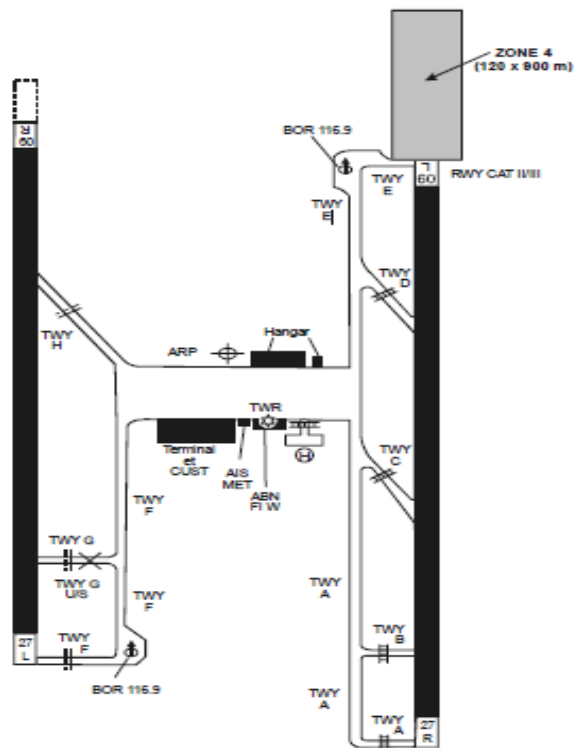


Figure IV.13 : Surface de collecte de données de terrain et d'obstacles : Zone 4



Les données sur tous les terrains et tous les obstacles qui dépassent de plus de 0,5 m le plan horizontal passant par le point le plus proche sur l'aire de mouvement de l'aérodrome seront recueillies et enregistrées conformément aux spécifications numériques dans les zones 1,2,3 et 4 comme indiquent dans les schéma présidents

# Conclusion

L'échange de données et information aéronautique à l'échelle mondiale est un préalable nécessaire à la gestion de l'information aéronautique (AIM). Des dispositions sur le plan universel relatives à la production, au stockage, à l'extraction, à l'échange et à la dissémination de l'information aéronautique sont fondamentales. Afin d'accroître le niveau d'efficacité et de sécurité, les états devraient par conséquent coopérer, sur le plan sous-régional, aux fins de la mise en œuvre des systèmes AIS intégrés et automatisés et pour faciliter la réalisation du concept AIM mondial.

L'AIXM assume de nombreux objectifs :

- La mise en œuvre d'une base de données aéronautique centralisée capables d'assurer la fiabilité, l'intégrité et la disponibilité en temps réel.
- L'échange facile de données en temps records et échange d'informations avec d'autre base de données.
- L'automatisation cohérente des principales fonctions pour la production des différents éléments du système intégré d'information aéronautique,
- La facilitation de l'interopérabilité des activités AIS avec les activités météorologiques et la gestion du plan de vol.

Sur le plan pédagogique, le stage que j'ai effectuée constitue mon premier contact avec le monde de travail, il ma permis non seulement de mettre en application mes modestes connaissances, mais aussi, de les approfondir et de les concrétiser et d'avoir une idée clair sur l'apport informatique et sur le développement d'un organisme.

Sur le plan pratique, cette étude contribuera à la mise en place de l'AIXM, afin de réduire les délais de réponse et le temps d'accès à l'information aéronautique.

# BIBLIOGRAPHIE

- [1] Fonctionnement du service d'information aéronautique en Algérie, Mémoire de fin d'étude, LASMI MOKHTAR et SABRI RAZIK département d'aéronautique, Université SAAD DAHLAB de Blida, (2009).
- [2] Annexe 15, Services d'Information Aéronautique, OACI, Edition (2010).
- [3] Service d'Information Aéronautique, DIA (ALGERIE).
- [4] DOC 8126, Manuel des Services d'Information Aéronautique; OACI, Sixième édition, (2003).
- [5] Service Fixe Aéronautique, DIA (ALGERIE).
- [6] Transition des services d'information aéronautique (AIS) à la gestion de l'information aéronautique (AIM), OACI, ASSEMBLÉE — 37e SESSION, 24/09/2010.
- [7] YOHANN RICHARD, modélisation avec UML, (2000).
- [8] Introduction a l'AICM /AIXM 5, Eurocontrol, (2006).
- [9] Open GIS implémentation et spécification GML 2.0, (2001).
- [10] ISO/TC 211, information géographique/géomatique, (2002).
- [11] Rapport de l'OACI sur ACIM/AIXM. 03/2006.
- [12] Manuel de l'AICM version 4.5, Eurocontrol, (2006).
- [13] Introduction a l'AIXM, Federal Aviation Administration
- [14] Etude et conception de l'AIXM, Eurocontrol, (2006).
- [15] AIXM-XML Primer, Eurocontrol, (2002).
- [16] Spécification de la publication d'information aéronautique électronique, Eurocontrol,( 2011).
- [17] Jürg Brönnimann, vue d'ensemble du projet eAIP et brève introduction à l'eAIP.
- [18] Spécifications d'événement du digital NOTAM, AIXM version 5.1, Eurocontrol, (2010).

## Annexe 01 :

### Indicateur d'emplacement des Aérodrômes Algérienne.

DAAD	:	AERODROME	BOU SAADA
DAAE	:	AERODROME	BEJAIA/Soummam -Abane Ramdane
DAAG	:	AERODROME	ALGER / Houari Boumediene
DAAJ	:	AERODROME	DJANET / Tiska
DAAP	:	AERODROME	ILLIZI / <i>Takhamalt</i>
DAAS	:	AERODROME	SETIF / 8 MAI 45
DAAT	:	AERODROME	TAMMANRASSET/Aguenar
DAAV	:	AERODROME	JIJEL / <i>Ferhat Abbas</i>
DABB	:	AERODROME	ANNABA / Rabah Bitat
DABC	:	AERODROME	CONSTANTINE / <i>Mohamed Boudiaf</i>
DABS	:	AERODROME	TEBESSA/ <i>Cheikh Larbi Tébessi</i>
DABT	:	AERODROME	BATNA / <i>Mostepha ben BOULAID</i>
DAOB	:	AERODROME	TIARET/Abdelhafid Boussouf Bou Chekif
DAOF	:	AERODROME	TINDOUF
DAOI	:	AERODROME	CHLEF
DAON	:	AERODROME	TLEMCEN / Zenata-Messali El Hadj
DAOO	:	AERODROME	ORAN/Es Sénia
DAOR	:	AERODROME	BECHAR/ <i>Boudghene Ben Ali Lotfi</i>
DAOV	:	AERODROME	GHRISS
DATG	:	AERODROME	IN GUEZZAM
DATM	:	AERODROME	BORDJ MOKHTAR
DAUA	:	AERODROME	ADRAR/Touat-Cheikh Sidi Mohamed Belkebir
DAUB	:	AERODROME	BISKRA/ Mohamed KHIDER
DAUE	:	AERODROME	EL GOLEA
DAUG	:	AERODROME	GHARDAIA/ <i>Noumérat-Moufdi Zakaria</i>
DAUH	:	AERODROME	HASSI MESSAOUD/ <i>Oued Irara-Krim Belkacem</i>
DAUI	:	AERODROME	IN SALAH
DAUK	:	AERODROME	TOUGGOURT/ <i>Sidi Mahdi</i>
DAUO	:	AERODROME	EL OUED/ <i>Guemar</i>
DAUT	:	AERODROME	TIMIMOUN
DAUU	:	AERODROME	OUARGLA/Ain Beida
DAUZ	:	AERODROME	ZARZAITINE/In Aménas

## ANNEXE 02 :

### NOTAM d'une série spéciale acheminée par le SIA

- NOTAM Trigger :

Pour les amendements et les suppléments contenant des informations d'importance opérationnelle, le bureau NOTAM international diffusera un ou plusieurs NOTAM Trigger conformément aux critères de sélection NOTAM en conformité des règles spécifiées ci-dessous :

a) Les NOTAM Trigger sont émis à la date de publication ou au moins 28 jours avant la date de mise en vigueur de l'information publiées.

b) Ils sont diffusés en séries normales conformément aux critères de sélection NOTAM.

c) Les NOTAM Trigger relatifs aux changements de l'AIP doivent contenir dans le champ E du NOTAM la référence à l'amendement qui indique que le changement est permanent.

d) Les Trigger relatifs aux suppléments de l'AIP doivent contenir dans le champ E du NOTAM une référence au supplément auxquels ils se réfèrent.<sup>[5]</sup>

➤ Exemple d'un NOTAM Trigger :

(A0318/09 NOTAMN  
Q) DAAA/QRCTT/IV/BO/E/000/999/2924N00259E628  
A) DAAA B) 0909090000 C) 0904232359  
E) TRIGGER NOTAM-PER AIRAC AIP AMDT 03/09 EFFECTIVE DATE FM  
09APR09  
ENR1.9 ATFM  
ERT1.10 CFMU)

- NOTAM série M :

NOTAM d'une série M spéciale publié selon le modèle NOTAM concernant les activités volcanique Militaire ayant de l'importance pour l'exploitation.

- ASHTAM :

NOTAM d'une série spéciale publié selon le modèle ASHTAM concernant la présence d'une activité volcanique prééruptive ou un changement d'activité volcanique ayant de l'importance pour l'exploitation, le lieu, la date et l'heure des éruptions volcaniques et l'étendue horizontale et verticale du nuage de cendres volcaniques, y compris le sens du

déplacement du nuage, les niveaux de vol et les routes ou portions de routes qui pourraient être concernés. <sup>[2]</sup> (Voir annexe 06)

- SNOWTAM :

NOTAM d'une série spéciale publiée selon le modèle SNOWTAM concernant la présence ou l'élimination de conditions dangereuses dues à la neige, à la neige fondante ou à la glace sur les chaussées d'aérodrome/hélistation ou à l'eau stagnante qui en résulte. <sup>[2]</sup> (Voir annexe 07)

- Autres messages (MSG) Liste de vérification, messages de service, etc.

## Annexe 03 :

### Amendement AIRAC.

<b>TEL/ FAX : 00 213 21 67 96 46</b> <b>TEL/FAX BNI : 00 213 21 65 63 65</b> <b>ADRESSE TELEGRAPHIQUE :</b> <b>AFTN : DAAAYNYX COM : NOF ALGER</b> <b>Site Web : http://www.sia-enna.dz</b> <b>E-mail: algerian.ais@sia-enna.dz</b>	<b>الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية</b>  <b>REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE DIRECTION</b> <b>D'EXPLOITATION DE LA NAVIGATION AERIEENNE SERVICE DE</b> <b>L'INFORMATION AERONAUTIQUE</b> Route de cherarba BP 70D Dar El Beida Alger- Algérie	<b>AMDT</b> <b>AIRAC</b>  <b>NR 03/09 26</b> <b>FEB 09</b>
<b>DATE DE MISE EN VIGUEUR LE 09 AVRIL 2009</b>		

**Note :** Cet amendement AIRAC comprend principalement :

- Modification des horaires de vacation ATS des aérodromes de : Batna, Bechar, Bejaia, Biskra, Chlef, El Bayadh, Illizi, In Salah, Sétif, Tindouf et Tlemcen.
- Modification des indicateurs d'emplacement RSFTA du CFMU d'Eurocontrol. -Mise en service d'un radar de mouvements à la surface (SMR) au niveau de l'aérodrome d'Alger/Houari Boumediene.

**PAGE A INSERER** *Page to be inserted*



**DATE**

**PAGE A SUPPRIMER** *Page to be removed*



**DATE**

<b>GEN</b>		<b>GEN</b>	
GEN 0-4-1	09 APR 09	GEN 0-4-1	12 MAR 09
GEN 0-4-2	09 APR 09	GEN 0-4-2	12 MAR 09
GEN 0-4-3	09 APR 09	GEN 0-4-3	12 MAR 09
GEN 0-4-4	09 APR 09	GEN 0-4-4	12 MAR 09
GEN 1-6-6	09 APR 09	GEN 1-6-6	28 AUG 08
GEN 2-4-1	09 APR 09	GEN 2-4-1	28 AUG 08
GEN 3-3-1	09 APR 09	GEN 3-3-1	12 MAR 09
GEN 3-3-2	09 APR 09	GEN 3-3-2	18 DEC 08
GEN 3-3-3	09 APR 09	—	—
GEN 3-6-1	09 APR 09	GEN 3-6-1	18 DEC 08
<b>ENR</b>		<b>ENR</b>	
ENR 1-9-1	09 APR 09	ENR 1-9-1	04 OCT 01
ENR 1-10-1	09 APR 09	ENR 1-10-1	25 OCT 07
ENR 4-1-2	09 APR 09	ENR 4-1-2	05 JUN 08
<b>AD</b>		<b>AD</b>	
<b>DAAG-ALGER/Houari Boumediene</b>		<b>DAAG-ALGER/Houari Boumediene</b>	
AD2 DAAG-3	09 APR 09	AD2 DAAG-3	12 FEB 09
<b>DABT-BATNA/Mostepha Ben</b>		<b>DABT-BATNA/Mostepha Ben</b>	
<b>Boulaid</b>		<b>Boulaid</b>	
AD2 DABT-1	09 APR 09	AD2 DABT-1	13 MAR 08
AD2 DABT-6	09 APR 09	AD2 DABT-6	08 MAY 08
<b>DAOR-BECHAR/Boudghene Ben ali</b>		<b>DAOR-BECHAR/Boudghene Ben ali</b>	
<b>Lotfi</b>		<b>Lotfi</b>	
AD2 DAOR-1	09 APR 09	AD2 DAOR-1	23 OCT 08
AD2 DAOR-6	09 APR 09	AD2 DAOR-6	23 OCT 08
<b>DAAE-BEJAIA/Soummam-Abane</b>		<b>DAAE-BEJAIA/Soummam-Abane</b>	
<b>Ramdane</b>		<b>Ramdane</b>	

AD2 DAAE-1 AD2 DAAE-6 <b>DAUB-BISKRA/Mohamed Khider</b>	09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAAE-1 AD2 DAAE-6 <b>BISKRA-DAUB/Mohamed Khider</b>	24 JUN 07 12 MAR 09
AD2 DAUB-1 AD2 DAUB-6 <b>DATM-BORDJ MOKHTAR</b>	09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAUB-1 AD2 DAUB-6 <b>DATM-BORDJ MOKHTAR</b>	30 AUG 07 31 JUL 08
AD2 DATM-1 <b>DAOI-CHLEF</b>	09 APR 09	AD2 DATM-1 <b>DAOI-CHLEF</b>	15 JAN 08
AD2 DAOI-1 AD2 DAOI-6 <b>DAOY-EL BAYADH</b>	09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAOI-1 AD2 DAOI-6 <b>DAOY-EL BAYADH</b>	18 DEC 08 05 MAR 08
AD2 DAOY-1 AD2 DAOY-2 AD2 DAOY-6	09 APR 09 09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAOY-1 AD2 DAOY-2 AD2 DAOY-6	20 NOV 08 20 NOV 08 15 JAN 09
<b>DAUH-HASSI MESSAOUD/Oued</b>		<b>DAUH-HASSI MESSAOUD/Oued Irara-</b>	
<b>Irara-Krim Belkacem</b>		<b>Krim Belkacem</b>	
AD2 DAUH-1 <b>DAAP-ILLIZI/Takhamalt</b>		AD2 DAUH-1 <b>DAAP-ILLIZI/Takhamalt</b>	
AD2 DAAP-1 AD2 DAAP-6 <b>DAUI-IN SALAH</b>	09 APR 09	AD2 DAAP-1 AD2 DAAP-6 <b>DAUI-IN SALAH</b>	
AD2 DAUI-1 AD2 DAUI-6 <b>DAAV-JIJEL/Ferhat Abbas</b>	09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAUI-1 AD2 DAUI-6 <b>DAAV-JIJEL/Ferhat Abbas</b>	
AD2 DAAV-1 AD2 DAAV-3 AD2 DAAV-6 <b>DAAS-SETIF/8 Mai 45</b>	09 APR 09 09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAAV-1 AD2 DAAV-3 AD2 DAAV-6 <b>DAAS-SETIF/8 Mai 45</b>	
AD2 DAAS-1 AD2 DAAS-6 <b>DAOF-TINDOUF</b>	09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAAS-1 AD2 DAAS-6 <b>DAOF-TINDOUF</b>	
AD2 DAOF-1 AD2 DAOF-6 <b>DAON-TLEMCEN/Zenata-Messali El</b>	09 APR 09 09 APR 09	AD2 DAOF-1 AD2 DAOF-6 <b>DAON-TLEMCEN/Zenata-Messali El</b>	
<b>Hadj</b> AD2 DAON-1 AD2 DAON-6 <b>DAOB-TIARET/ Abdelhafid</b>	09 APR 09 09 APR 09	<b>Hadj</b> AD2 DAON-1 AD2 DAON-6 <b>DAOB-TIARET/ Abdelhafid Boussof</b>	
<b>Boussof Chekif</b>		<b>Chekif</b>	
AD2 DAOB-1	09 APR 09	AD2 DAOB-1	

**CNL NOTAM** : A1816/08, A0233/09,B0822/08,B0871/08,B0085/09, B0099/09 et B0105/09. **CNL SUP**: Nil.

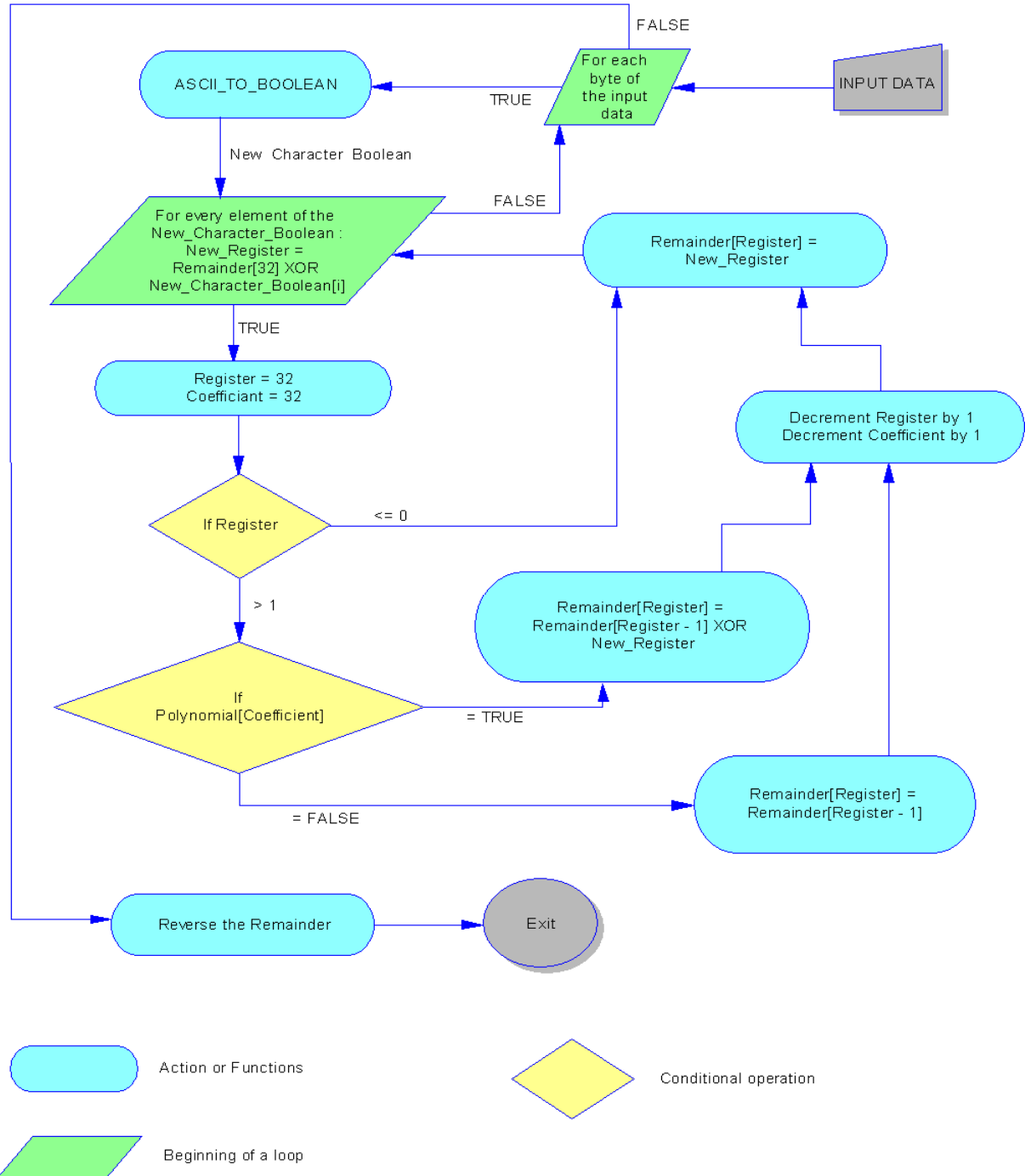
2/2

-FIN-





## Annexe 04 : Organigramme CRC



## ANNEXE 05 :

### La liste des normes ISO 19xxx

Published	ISO 19101:2002	Reference model
Development	ISO/WD 19101-2	Reference model – Part 2: Imagery
Development	ISO/PRF TS 19103	Conceptual schema language
Development	ISO/DIS 19104	Terminology
Published	ISO 19105:2000	Conformance and testing
Published	ISO 19106:2004	Profiles
Published	ISO 19107:2003	Spatial schema
Published	ISO 19108:2002	Temporal schema
Pub-pending	ISO/FDIS 19109	Rules for application schema
Published	ISO 19110:2005	Methodology for feature cataloguing
Published	ISO 19111:2003	Spatial referencing by coordinates
Published	ISO 19112:2003	Spatial referencing by geographic identifiers
Published	ISO 19113:2002	Quality principles
Published	ISO 19114:2003	Quality evaluation procedures
Published	ISO 19115:2003	Metadata
Published	ISO 19116:2004	Positioning services
Development	ISO/PRF 19117	Portrayal
Development	ISO/PRF 19118	Encoding
Published	ISO 19119:2005	Services
Published	ISO/TR 19120:2001	Functional standards
Published	ISO/TR 19121:2000	Imagery and gridded data
Published	ISO/TR 19122:2004	Qualification and certification of personnel
Development	ISO/FDIS 19123	Schema for coverage geometry and functions
Published	ISO 19125-1:2004	Simple feature access – Part 1: Common architecture
Published	ISO 19125-2:2004	Simple feature access – Part 2: SQL option
Development	ISO 19126	Feature data dictionaries, feature catalogues and their registers
Development	ISO/PRF TS 19127	Geodetic codes and parameters
Development	ISO/DIS 19128	Web map server interface
Development	ISO/CD 19130	Sensor and data models for imagery and gridded data
Development	ISO/CD 19131	Data product specification
Development	ISO/DIS 19133	Location based services tracking and navigation
Development	ISO/CD 19134	Multimodal location based services for routing and navigation
Pub-pending	ISO/DIS 19135	Procedures for registration of items of geographic information
Development	ISO/CD 19136	Geography Markup Language (GML)
Development	ISO/DIS 19137	Generally used profiles of the spatial schema and of similar important other schemas
Development	ISO/CD TS 19138	Data quality measures
Development	ISO/CD TS 19139	Metadata – XML schema implementation

19107: Spatial Schema

19108: Temporal Schema



























19126: Feature catalogs

19136: GML

19139: XML Schema for metadata

## ANNEXE 06 :

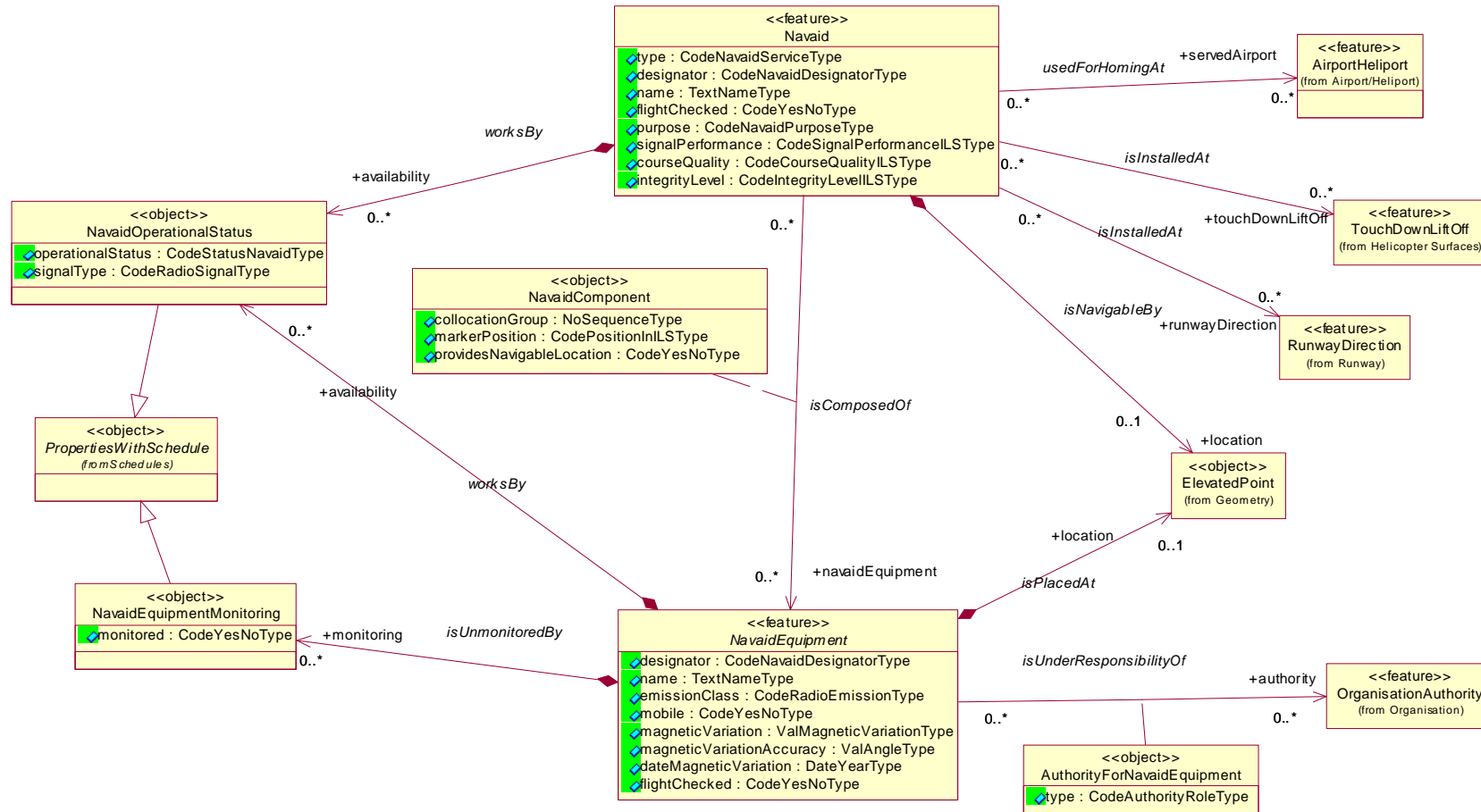
### Les fonctionnalités d'un aéroport

<<feature>> AirportHeliport	
	designator : CodeAirportHeliportDesignatorType
	name : TextNameType
	locationIndicatorICAO : CodeICAOType
	designatorIATA : CodeIATAType
	type : CodeAirportHeliportType
	certifiedICAO : CodeYesNoType
	privateUse : CodeYesNoType
	controlType : CodeMilitaryOperationsType
	fieldElevation : ValDistanceVerticalType
	fieldElevationAccuracy : ValDistanceVerticalType
	verticalDatum : CodeVerticalDatumType
	magneticVariation : ValMagneticVariationType
	magneticVariationAccuracy : ValAngleType
	dateMagneticVariation : DateYearType
	magneticVariationChange : ValMagneticVariationChangeType
	referenceTemperature : ValTemperatureType
	altimeterCheckLocation : CodeYesNoType
	secondaryPowerSupply : CodeYesNoType
	windDirectionIndicator : CodeYesNoType
	landingDirectionIndicator : CodeYesNoType
	transitionAltitude : ValDistanceVerticalType
	transitionLevel : ValFLType
	lowestTemperature : ValTemperatureType
	abandoned : CodeYesNoType
	certificationDate : DateType
	certificationExpirationDate : DateType



## ANNEXE 08 :

### Conception UML d'une aide à la navigation



# ANNEXE 09 :

## Conception UML d'un xnotam

