



LICENCE
Electronique Télécommunication et Informatique
(ETI)

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

**Etude des équipements
d'inspection par rayon X**

Réalisé Par :

- **TAOUFIK Abdel Ghafour**
- **HAMMIOUI Fatine**

Encadré par :

P^r JORIO Mohammed (FST FES)

Soutenu le 09 Juin 2014 devant le jury

Pr ES-SBAI Najia (FST FES)

Pr JORIO Mohammed (FST FES)

Pr LAMHAMDI Tijani (FST FES)

Sommaire :

<i>I-</i>	
<i>Introduction.....</i>	<i>.....3</i>
<i>1-Date de création</i>	
<i>.....</i>	<i>.....3</i>
<i>2-Plan</i>	
<i>stratégique.....</i>	<i>.....3</i>
<i>3-Organigramme de</i>	
<i>l'ONDA.....</i>	<i>.....4</i>
<i>4-Présentation de l'aéroport de</i>	
<i>Fès.....</i>	<i>.....5</i>
<i>5-Organigramme de l'aéroport de</i>	
<i>Fès.....</i>	<i>.....6</i>
<i>5-1-Service Radar et</i>	
<i>Radionavigation.....</i>	<i>.....7</i>
<i>5-2-Service Infrastructure et</i>	
<i>bâtiment.....</i>	<i>.....10</i>
<i>5-3-Service Equipements, Aérogare, Electricité et</i>	
<i>balisage.....</i>	<i>.....10</i>
<i>5-4-Service Télécommunications et</i>	
<i>informatique.....</i>	<i>.....11</i>
<i>II-Théorie sur les rayons</i>	
<i>X.....</i>	<i>.....13</i>
<i>1-Historique sur les rayons</i>	
<i>X.....</i>	<i>.....13</i>
<i>2-Propriétés des rayons</i>	
<i>X.....</i>	<i>.....14</i>
<i>3-Effets des rayons X sur la</i>	
<i>matière.....</i>	<i>.....14</i>
<i>4-L'utilisation des rayons X dans la vie</i>	
<i>courante.....</i>	<i>.....14</i>

5-Production du rayon X.....	15
6-Emission des rayons X.....	16
7-Absorption des rayons X.....	18
8-Conversion des rayons X en un signal électronique exploitable.....	19
III-Machine d'inspection par rayon X.....	21
A-Machine 1.....	21
1-Caractéristiques techniques.....	21
2-Schéma synoptique de la machine.....	22
2-1-Description du schéma synoptique de la machine.....	23
2-1-1- Alimentation.....	23
2-1-2-Générateur à rayon X et la commande à rayon X.....	25
2-1-3-Modules détecteurs et interface.....	25
2-1-2-Générateur à rayon X et la commande à rayon X.....	25
2-1-4-Electronique Hi- TRAX.....	26
2-1-5-Carte d'interface PI.....	26
2-1-6-Barrières lumineuses.....	26
B-Machine 2	

1- <i>Caractéristiques techniques</i>	27
2- <i>Schéma descriptif</i>	28
3- <i>Alimentation</i>	29
4- <i>Composantes électroniques du détecteur</i>	29
5- <i>Diagramme bloc du système</i>	31
5-1- <i>Générateur à rayon X</i>	31
5-2- <i>Convoyeur</i>	33
5-3- <i>Détecteur</i>	33
5-4- <i>Processeur d'image</i>	33
5-5- <i>Système de contrôle</i>	34
6- <i>Principe de fonctionnement et description</i>	35
6-1- <i>Principe de fonctionnement</i>	35
6-2- <i>Production de l'image</i>	36
6-3- <i>Processus de traitement du bagage et l'affichage de son image scannée</i>	37
6-4- <i>Traitement d'image</i>	37
<i>IV-La maintenance de la machine d'inspection HEIMANN</i>	40
1- <i>La maintenance préventive dans l'ONDA</i>	40
1-1- <i>Exemple de relevé de maintenance préventive</i>	41

2-La maintenance corrective dans l'ONDA.....	43
2-1-Analyse d'un rapport de dépannage.....	43
2-2-Panne : Absence de l'image du bagage scanné.....	44
2-3- Panne: Affichage incomplet de l'image du bagage scanné.....	45
2-4- Manipulation.....	46
Conclusion.....	48

Remerciements

Le travail présenté dans ce rapport a été effectué au sein de l'Office National des Aéroports (ONDA) : Aéroport de Fès, sous l'encadrement de Monsieur El ASFAR Abdelhak, à qui je suis reconnaissant pour son soutien, sa disponibilité et ses encouragements. Ses conseils et commentaires précieux m'ont permis de surmonter mes difficultés et d'avancer dans mon stage.

J'adresse mes sincères remerciements au Professeur JORIO Mohammed de nous avoir encadré tout au de ce travail.

J'exprime ma reconnaissance et ma gratitude au corps professoral de la licence Électronique, Télécommunication et Informatique pour leur formation et leurs efforts déployés.

A tout le personnel de l'Office National Des Aéroports, j'adresse l'expression de mes meilleurs sentiments de reconnaissance et de gratitude pour leur contribution à l'élaboration de ce travail.

A nos familles : Merci de nous avoir toujours encouragés et soutenues dans nos choix; mais également d'être toujours présents. Nous ne vous remercierons jamais assez pour votre amour et tout ce que vous nous avez apportés chaque jour.

Introduction

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons choisi à mener un travail portant sur l'Étude des équipements d'inspection à rayon X.

Cette expérience nous a permis de découvrir pour la première fois le travail en entreprise, ce qui nous a été très utile.

Ce rapport présente l'ensemble des travaux que nous avons effectués au cours de notre stage au sein de l'Aéroport de Fès-Saïss.

Tout d'abord nous présenterons le cadre du stage, l'Aéroport Fès-Saïss, son activité, ses divisions et ses équipements.

Par la suite nous aborderons les axes principaux suivants :

-Théorie sur les rayons X.

-Machines d'inspection par rayons X.

-Maintenance de la machine d'inspection par rayon X.

Et enfin nous terminerons par une conclusion.

CHAPITRE I : Présentation générale de l'Office National Des Aéroports et de l'aéroport de Fès.

I- Introduction:

Dans ce chapitre nous présenterons l'emplacement de notre stage, ses divisions et les détails sur les équipements de chacune de ses dernières.

L'Office National Des Aéroports (ONDA) est un établissement public à caractère industriel et commercial ; créé par transformation de l'Office des Aéroports de Casablanca, premier établissement autonome de gestion aéroportuaire au Maroc.

1-Date de création :

L'office national des aéroports est créé en vertu de décret n 2-89-480 du 1^{er} Joumada 2 1410 (30 décembre 1989) pris pour l'application de la loi n 14-89 transformant l'Office aéroports de Casablanca en Office National des Aéroports.

2-plan stratégique :

- Garantir la sécurité de la navigation Aérienne dans l'espace aérien sous juridiction marocaine.
- Présenter tous services aéroportuares liés aux passagers et en matière d'avion, fret, manutention, entretien et navigation aérienne.
- Assurer la liaison avec les organismes et les aéroports internationaux afin de répondre aux besoins du trafic aérien.
- Former des ingénieurs de l'aéronautique civile, de contrôleurs et d'électroniciens de la sécurité aérienne.
- Représenter le Maroc en ce qui concerne les relations internationales relatives à l'aviation civile en général et aux activités à caractère aéroportuaire en particulier.
- Agir pour le développement économique du Maroc, à travers notamment un accompagnement ciblé des stratégies sectorielles nationales et de la politique de régionalisation.
- Veiller à consolider la conformité aux impératifs de sûreté et de sécurité.

3-Organigramme de l'ONDA :

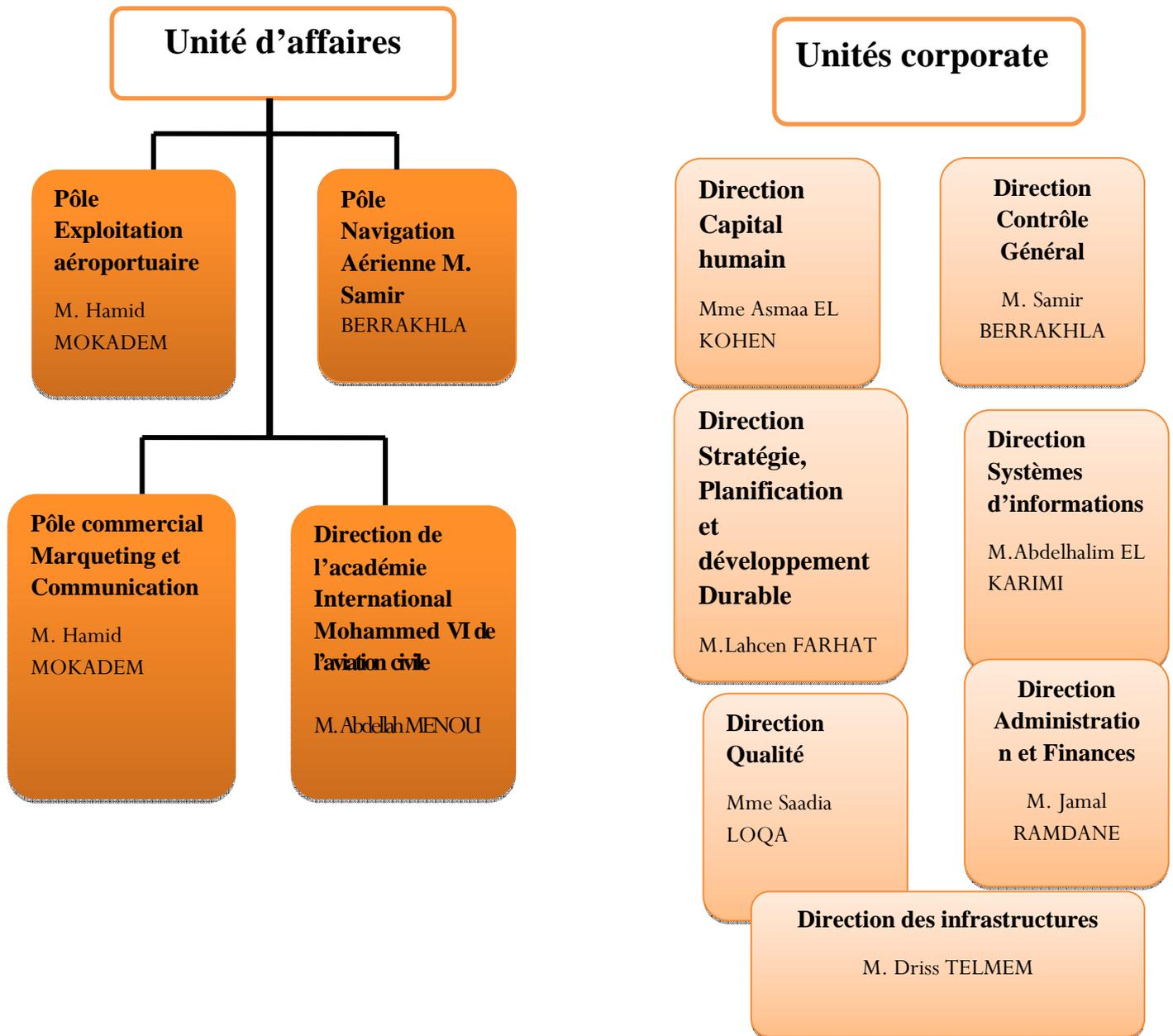
Organisation de l'Office National Des Aéroports, ses différentes directions, unités et pôles.

Direction générale

M.Zouhair Mohammed EL AOUIFIR

Secrétariat général

M. Abdellatif BERDAI



4-Présentation de l'Aéroport de Fès :

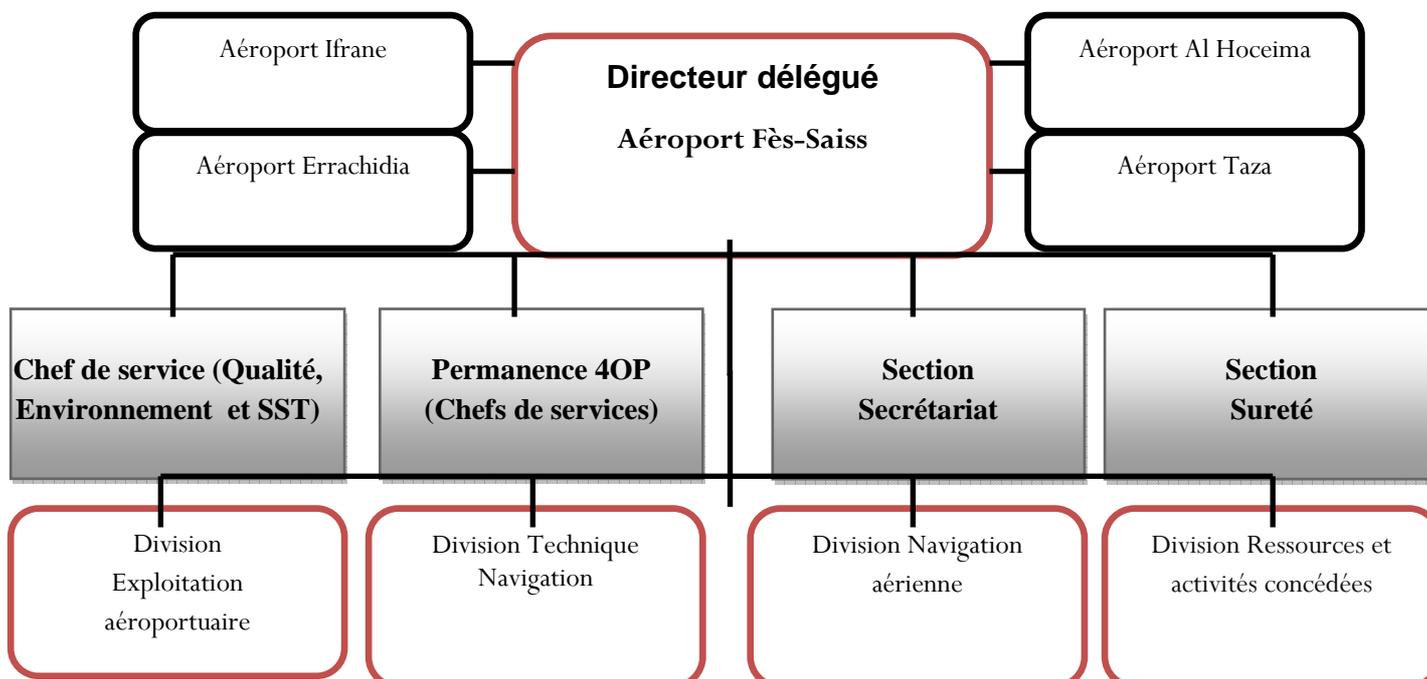
L'aéroport dispose d'un seul et unique terminal d'une superficie globale d'environ 5 600 m² et d'une capacité de 500 000 passagers par an. Un deuxième terminal d'une superficie de 26 000 m², est actuellement en cours de construction. Il aura une capacité de 2,5 millions de passagers environ. (figure1)

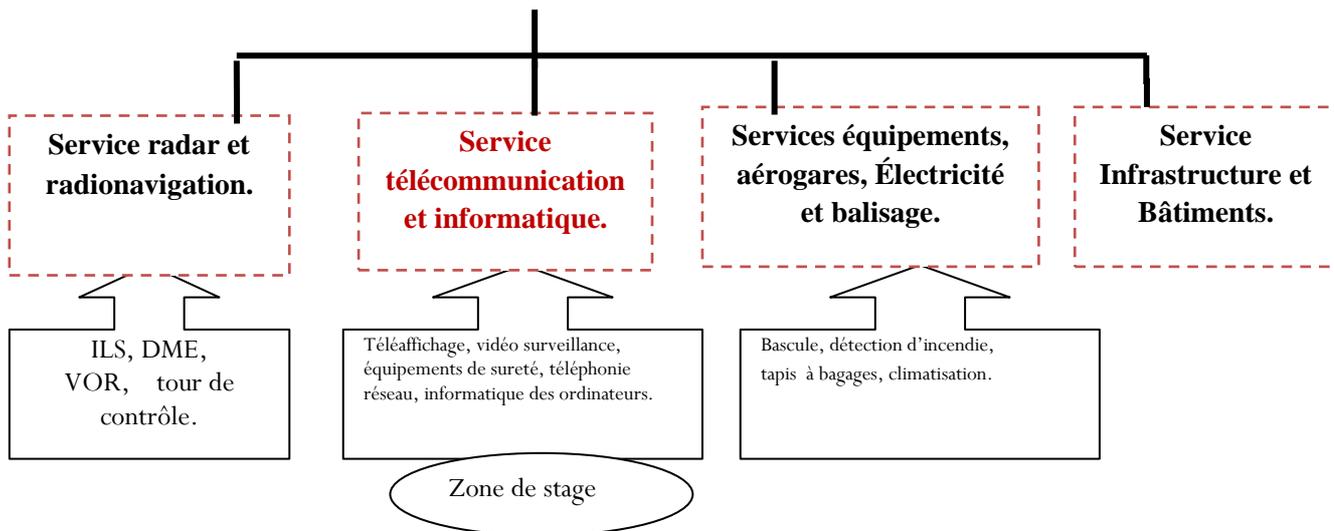
Trafic : L'aéroport de Fès enregistre, depuis le début des années 2000, une forte croissance et a vu évoluer son trafic de 128 778 passagers annuels en 2003 à un record de 792 611 passagers en 2011 comme illustré sur le tableau ci-dessous :

2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
128 778	189 027	222 522	228 399	333 929	409 260	530 432	743 018	792 611	654 691	790 785
▲13,92 %	▲46,79 %	▲17,72 %	▲2,64 %	▲46,20 %	▲30,06 %	▲28,81 %	▲40,08 %	▲7,43 %	▼17,40 %	▲20,79 %

Figure 1 : Evolution du trafic passagers.

5-Organigramme de l'Aéroport de Fès :





Légende :

5-1- Service radar et radio navigation :

5-1-1- ILS : Instrument Landing System :

Ce système est le moyen de radionavigation le plus précis utilisé pour l'atterrissage, il crée sur la trajectoire de descente un champ d'ondes radio qui permet à un pilote de savoir, par l'intermédiaire des indicateurs de bord, si l'alignement avec la piste est correct.

Il est composé de deux éléments : Localizer et Glide-path:

- Localizer :

Implanté à 300 mètres de l'extrémité de piste et dans l'axe de celle-ci, cet équipement fournit le plan vertical passant par l'axe de piste permettant ainsi à un avion de connaître son écart par rapport à l'axe de piste pendant les phases d'atterrissage et de faire les corrections nécessaires.

- Glide path :

C'est un équipement qui assure l'alignement de descente, il informe le pilote de l'angle exacte de descente, il est implanté à une distance de 150m à 300m après le seuil de piste et de 120m à 150m sur le côté de celle-ci. Sa portée est de 10Nm (Noticle Mille).

5-1-2- DME : Distance Measuring equipment :

Il est composé de deux éléments : DME-L (D'atterrissage) et DME-N (D'En Route):

- DME-L : (figure 2)

Le DME-L est un instrument de radionavigation qui permet de connaître la position de l'avion par rapport au seuil de la piste ainsi que sa vitesse sol presque instantanément. A cet effet, un émetteur à bord de l'avion émet de façon omnidirectionnelle une interrogation. En retour, la balise émet une réponse qui est à son tour reçue par l'avion. Il suffit alors de mesurer le temps que met une impulsion radioélectrique pour faire un aller-retour entre l'avion et la station pour connaître la distance qui sépare l'avion de la station, le temps qui lui sera nécessaire pour la rejoindre et la vitesse de l'avion par rapport au sol.



Figure 2 : Photo du DME-L d'atterrissage.

- DME-N : (figure 3)

DME-N est un radio-transpondeur qui permet de connaître la distance entre un avion et une station au sol qui émet sur une fréquence donnée. En saisissant cette dernière sur l'écran récepteur, le DME affiche cette distance en milles nautiques (Nm).

L'émetteur situé à bord de l'avion, envoie des paires d'impulsions qui sont reçues par la station au sol sur une fréquence bien précise. Le récepteur de bord mesure le temps aller-retour et en déduit la distance à la station.

Les informations fournies au pilote sont la distance oblique en milles nautiques, la vitesse et le temps pour rejoindre la station. La distance mesurée doit être corrigée en fonction de l'altitude de l'avion pour connaître la distance horizontale.



Figure 3 : Photo du DME-L d'en route.

5-1-3- VOR: Very High Frequency Omnidirectional Radio Range:

Le récepteur VOR permet de déterminer un relèvement magnétique par rapport à une station au sol et donc le radial sur lequel le récepteur est situé. Il permet de suivre n'importe quelle route passant par la station ou même de déterminer la position exacte de l'avion.

Le principe du VOR repose sur la mesure de l'angle de phase de deux signaux émis par le système.



Figure 4 : Photo de l'équipement VOR.

5-1-4- La tour du contrôle ou le contrôle d'aérodrome :

La tour de contrôle se trouve dans un bâtiment de 18 m de hauteur ; où il se trouve deux contrôleurs qui en coordination avec le centre de contrôle régional (CCR) s'occupent de la circulation et de la navigation aérienne des avions transitant par l'espace aérien ou à destination de l'aéroport Fès-Saïs. Le pupitre de commande comprend les postes opérateurs, la télécommande de balisage de piste, le panneau de visualisation de l'état de fonctionnement des équipements de radio navigation ainsi que les moyens de visualisation des données météorologiques.

Les postes opérateurs permettent aux contrôleurs de communiquer avec les avions et de faire des communications téléphoniques avec tous les services qui ont un rapport direct avec la sécurité aérienne (le CCR, la tour de Meknès, la salle technique, le bureau de piste, la station météo, la centrale électrique...).

5-1-5- Bureau de piste :

Le bureau de piste assure les tâches suivantes :

- Émission et réception des messages (Plan de vols, NOTAMS, autorisation d'atterrissage, départs et arrivées).
- L'exploitation des messages de la circulation aérienne.
- L'inscription des mouvements avions sur les feuilles et les registres réservés à cet effet.
- La communication à la tour de contrôle des renseignements concernant les vols à l'arrivée et au départ.
- L'inspection quotidienne des aires des manœuvres et des aires de trafic.

NOTAM : Les NOTAM (Notice To Airmen) « messages aux navigants aériens », sont des messages publiés par les agences gouvernementales de contrôle de la navigation aérienne (le service d'information aéronautique en France) dans le but d'informer les pilotes d'évolutions sur les infrastructures.

5-2- Service infrastructure et bâtiment :

Les agents de ce service veillent sur le bon état de l'air de mouvement et la clôture, le traitement des eaux ainsi que les opérations de désherbage et de jardinage. Les interventions sont effectuées sur les chaussées et les pistes d'aérodrome pour assurer les conditions de sécurité exigées par les normes appliquées dans ce domaine.

Les domaines des interventions sont :

- La peinture.

- La menuiserie.
- La plomberie.
- La vitrerie.
- La gestion du parking automobile.

5-3- *Service équipements, aérogare, électricité et balisage*

Ce service assure l'alimentation en électricité et la maintenance de tous les équipements et installations électriques de l'aéroport à savoir : le balisage lumineux de la piste d'atterrissage, les équipements de communication, de surveillance, de sûreté, ainsi que l'éclairage.

L'alimentation provient du secteur ONE, une normale et une autre de secours de 22kV. A l'aide de transformateurs abaisseurs 22000V/380V on obtient une tension moyenne de 380V, tension par laquelle fonctionne la majorité des équipements de l'aéroport.

5-4- *Service télécommunication et informatique :*

Notre projet a été réalisé au sein de ce service, ce dernier comporte un ensemble d'équipements que nous présentons dans ce qui suit :

5-4-1- Équipements de vidéo surveillance :

C'est un ensemble de caméras disposé dans un espace pour le surveiller. Les images obtenues sont visualisées et traitées.

La surveillance à pour but de contrôler les conditions de respect de la sécurité, de la sûreté de l'aéroport.

5-4-2- Équipements de sûreté - Portique magnétique et équipements d'inspection par rayon X :

La combinaison de ces deux équipements ainsi que les moyens humains visent à protéger l'aviation civile contre les actes d'intervention illicite : Sécurité aéroportuaire.

- *Portique magnétique:*



A l'intérieur du portique règne un champ électromagnétique.

Lors du passage d'un objet métallique, un courant induit apparaît au sein de ce dernier, qui à son tour génère un champ magnétique qui rayonne autour de lui. En d'autres termes, le champ magnétique initial régnant dans le portique est déformé par les courants induits et le nouveau champ magnétique engendré.

Il suffira donc de capter ces perturbations et de les analyser pour pouvoir identifier la présence d'un objet métallique.

- *Équipements d'inspection par rayon X :*

Il s'agit d'équipements utilisant des rayons X afin de visualiser des objets contenus dans un bagage.

CHAPITRE II : Théorie sur les rayons X

Avant d'aborder l'étude des machines d'inspection à rayon X, nous allons présenter un historique sur les rayons X, ses propriétés et utilisations puis un aperçu sur sa production.

II- Théorie sur les rayons X:

1-Historique sur les rayons X :



Le 8 novembre 1895, le physicien allemand Conrad Roentgen découvrait une « lumière nouvelle » invisible à l'œil mais traversant la matière, cette nouvelle forme d'énergie fut appelée rayonnement « X », car d'espèce inconnue. Les rayonnements « X » et « Gamma » sont les outils utilisés pour effectuer des radiographies et des radioscopies, ils prennent naissance dans l'Atome.

Les rayons X, tout comme la lumière visible, le rayonnement calorifique et les ondes radio, sont de nature électromagnétique.

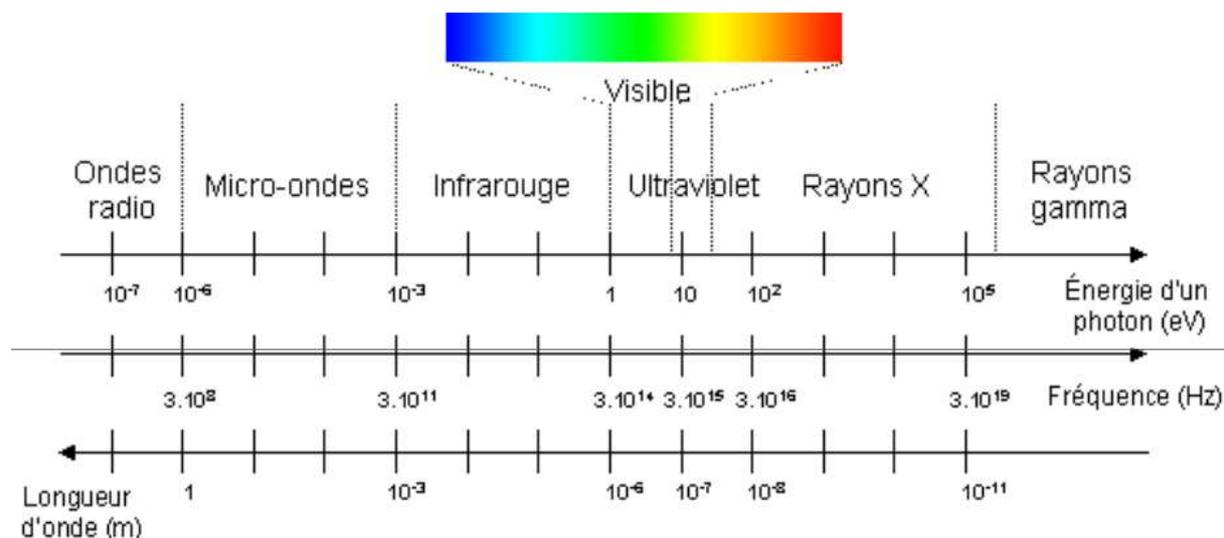


Figure 5 : Différents types d'ondes électromagnétiques.

- Les ondes radio, sont les marathoniennes des ondes électrique : Elles traversent les matières de faible densité. Elles sont lentes mais peuvent parcourir de grandes distances.
- Les rayons X sont les sprinteurs des ondes électriques : Elles traversent les matières de densité importante. Elles sont très rapides mais ne peuvent parcourir que de faibles distances.

2-Propriétés des rayons x :

- invisible
- des rayons ionisants
- ne peuvent être dévié par un champ magnétique ni par un champ électrique

3-Effets des rayons X sur la matière :

Ses effets se manifestent dans le frottement qui est proportionnel à la densité et à la quantité de matière à traverser.

Le frottement génère, proportionnellement à l'action de pénétration et de traversée, une production calorifique « réchauffement »

Lors de la traversée des rayons X, les cellules se réchauffent, ainsi une exposition trop longue ou une puissance énergétique trop importante peuvent détruire une ou plusieurs cellules. Mais l'exposition au rayons X est parfois indispensable (cas d'Opérateurs ou de techniciens des équipements à rayons X ou patients lors d'une session de radiographie) d'où il devient nécessaire de respecter les normes :

⇒ Les valeurs dangereuses :

Le seuil admissible pour le public est de 1 mSv/an ou 0,5 μ Sv/h (1 mSv = 1000 μ Sv / 2000 heures = 0,5 μ Sv/h = 0,0005 mSv/h)

--Le sievert (symbole : Sv) est l'unité utilisée pour donner une évaluation de l'impact des rayonnements sur l'homme.

4-L'utilisation des rayons X dans la vie courante :

Les rayons X sont utilisés pour :

- La stérilisation de la nourriture
- La pasteurisation de la nourriture
- Le contrôle qualité de la nourriture et la recherche des contaminants
- Le murissement artificiel des fruits et des légumes

5-Production du rayon X :

Les faisceaux de rayons X sont généralement produits par des "tubes à rayons X" ou "tube de Coolidge". Celui-ci est constitué d'un tube de verre vide. L'émission des rayons X est la conséquence des interactions qui se produisent entre des électrons rapides et les particules d'une cible métallique dans laquelle ils pénètrent.

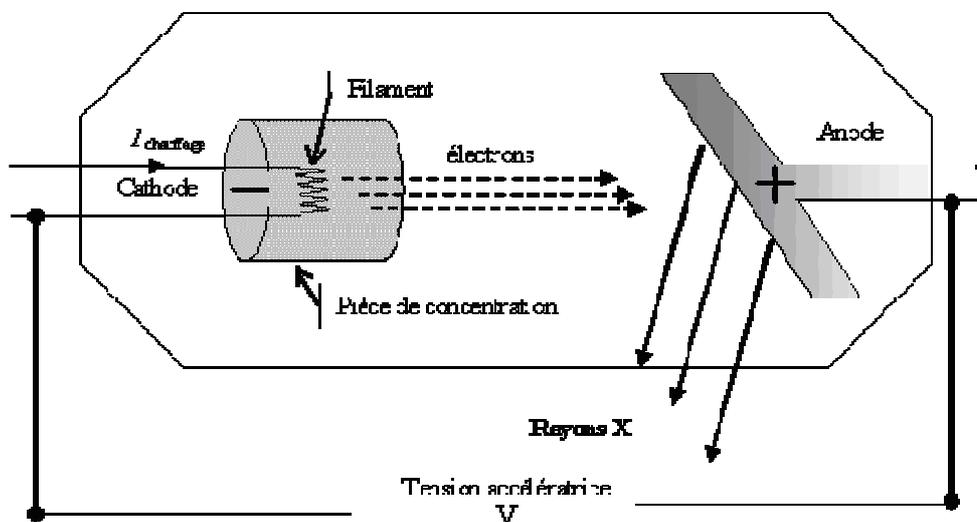


Figure 6 : Tube à rayon X

-La production du faisceau se fait en trois étapes :

- 1- Les électrons sont produits à partir d'un filament de tungstène porté à haute température par un courant de chauffage de quelques ampères. (**L'effet thermoélectronique**)

- 2- Ces électrons, extraits du métal, sont ensuite accélérés par une tension électrique de quelques dizaines de kilovolts qui est maintenue entre le filament (cathode), porté à un potentiel négatif, et la cible métallique (anode ou anticathode) qui se trouve à un potentiel positif. (**Accélération des électrons**)
- 3- **Concentration du faisceau:** Afin d'éviter une divergence trop importante due à la répulsion des électrons entre eux, le filament est entouré d'un cylindre porté à un potentiel négatif ; c'est une pièce de concentration qui permet la focalisation du faisceau d'électrons vers la cible.

6-Émission des rayons X :

Lorsqu'un électron d'énergie cinétique E_c arrive au voisinage d'un noyau, sa trajectoire est déviée et il subit une accélération due à la force attractive d'origine électrostatique. Il s'avère qu'**une particule décélérée (freinée) rayonne de l'énergie**. L'énergie émise sous forme de photons X est prélevée sur l'énergie cinétique E_c de l'électron qui poursuit sa trajectoire avec une énergie cinétique plus faible E'_c telle que :

$$E'_c = E_c - h\nu$$

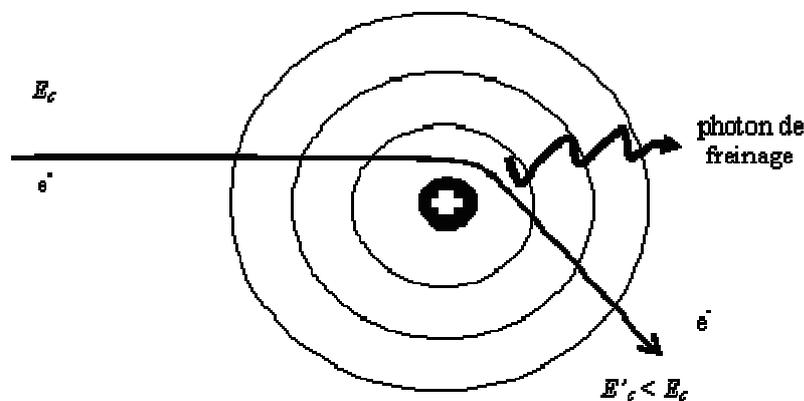


Figure 7 : Rayonnement de freinage.

C'est la raison pour laquelle ce rayonnement porte le nom de rayonnement de freinage ou Bremsstrahlung (de l'allemand Bremsung - freinage et Strahlung - rayonnement).

Toutes les distances entre le noyau et la trajectoire de l'électron incident étant possibles, toutes les valeurs de $h\nu$ sont permises depuis « 0 » lorsque l'électron passe loin du noyau jusqu'à E_{\max} quand toute l'énergie cinétique de l'électron est communiquée au photon X. Cela explique le spectre continu. C'est ce spectre continu qui fournit les rayons X. Quant à la répartition spectrale, elle prend la forme suivante :

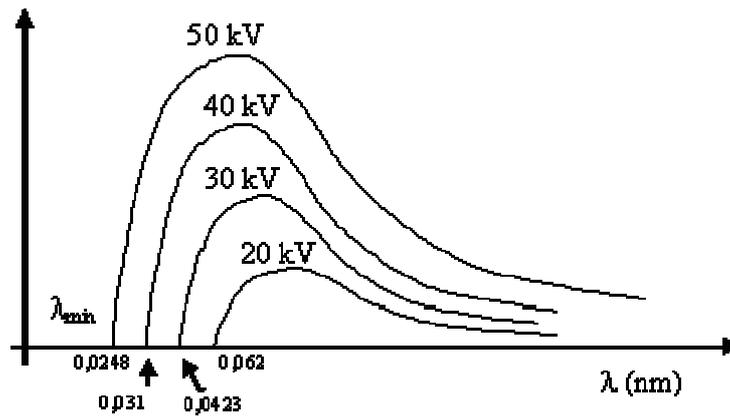


Figure 8 : Effet de la tension accélératrice sur le spectre continu

Si toute l'énergie de l'électron incident est transformée en rayonnement, nous obtenons :

$$eU = h\nu_{\max} = \frac{hc}{\lambda_{\min}} \quad \text{d'où} \quad \lambda_{\min} \text{ (nm)} = \frac{hc}{eU} = \frac{1240}{U \text{ (V)}}$$

Les raies : interaction électron - électron

Lorsqu'un électron très énergétique arrive sur un atome de la cible, la probabilité pour qu'il heurte un électron du cortège électronique n'est pas négligeable.

Si cet électron possède une énergie cinétique supérieure à l'énergie d'ionisation d'un électron du cortège électronique, celui-ci est expulsé.

Si l'électron incident a une énergie cinétique assez forte, il pourra expulser un électron des niveaux internes de l'atome. Dès lors, l'atome devient instable ; un **réarrangement électronique** se produit en moins de 10^{-16} s.

Supposons par exemple que l'électron incident ait une énergie cinétique supérieure à l'énergie d'ionisation d'un des deux électrons de la couche K ($n = 1$) ; celui-ci est alors expulsé. **Sa place sur la couche K devient vacante**

Si un électron de la couche L vient occuper la place laissée libre par l'électron K, **l'électron L perd une énergie qui est émise sous forme d'un photon d'énergie $h\nu$** :

$$h\nu_{K_L} = E_L - E_K$$

Si l'électron vient de la couche M, on aura :

$$h\nu_{K_M} = E_M - E_K$$

L'indice K indique la couche d'arrivée. L'indice a, b... indique si l'électron de remplacement vient de la couche immédiatement supérieure ou des couches suivantes. Les niveaux de départ et d'arrivée étant parfaitement définis (quantifiés), il en résulte que les rayonnements émis sont caractéristiques de l'atome cible. On parle donc de **raies caractéristiques**.

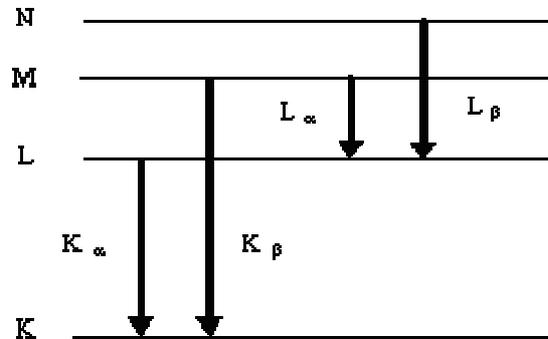


Figure 9 : Formation des raies par transition électronique

« Plus la transition électronique est éloignée plus l'énergie libérée en (KeV) est grande »

7-Absorption des rayons X :

1-Envoi d'un faisceau de rayons X sur le matériau (Bagage).

2-Traversée du matériau par les rayons X.

3-Atténuation dépendante de la densité du matériau traversé et de l'épaisseur.

4-L'énergie reçue est traduite en un signal électrique.

⇒ Obtention de l'image radioscopique.

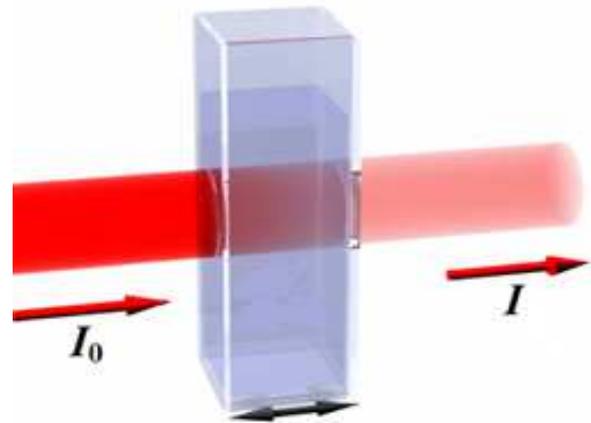


Figure 10 – Atténuation de l'intensité lors de pénétration d'un matériau

La variation de l'intensité de traversée est exprimé par : $dI = -\mu I dx$

Avec :

μ : coefficient d'absorption linéaire du matériau (cm^{-1})

X : épaisseur de la plaque (cm)

L'expression peut s'écrire en fonction de la masse volumique du matériau :

$I = I_0 \exp(-\mu x) \rightarrow I = I_0 \exp(-(\mu \rho x) / \rho)$
 μ / ρ est le coefficient d'absorption massique (cm^2 / g) et ρ la masse volumique du matériau constituant la plaque (g/cm^3)

8- Conversion des rayons X en un signal électronique exploitable :

Le faisceau de rayons X (I) obtenue à partir de la traversée du bagage passe par un écran fluorescent de phosphore, ce dernier le transforme en une lumière captée par des photodiodes qui la transforme en un signal électronique.

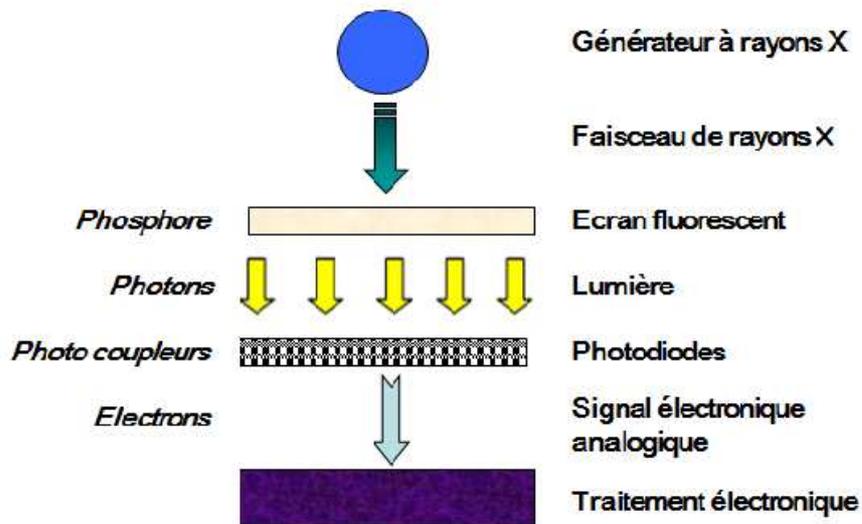


Figure 11 : Conversion du faisceau de lumière en signal électrique.

CHAPITRE III : Machines d'inspection à rayons X

Divers équipements de sûreté sont exploités au sein de l'aéroport, cette sûreté consiste principalement en une recherche d'éventuelles menaces pouvant être introduites à bord d'avions de façon illicite, que ce soit dans un bagage de soute, un bagage à main ou via le fret transporté dans les soutes; d'où la nécessité d'utilisation de machines d'inspection par rayon X

III- Machines d'inspection par rayon X:

Dans notre étude nous allons nous focaliser sur deux machines parmi plusieurs utilisées dans l'aéroport.

La première machine appartient à la série de machines HEIMANN utilisées dans l'analyse de bagages des passagers dans l'aérogare, elle est aussi utilisée dans le FRET.

La deuxième machine appartenant à la série RAPISCAN est utilisée lorsque le nombre de passagers par an dépasse 100.000 passagers/an.

A- Machine 1 :

La première machine, « machine de HEIMANN » qui comprend un seul générateur ses caractéristiques techniques sont :

1-Caractéristiques techniques :



Figure 12: Machine de Smiths HEIMANN Hi-Scan 6040i

Alimentation du générateur des rayons X :	140 kV
Dose de rayons X par pénétration :	0.8 μ Sv

Sécurité :	Conforme à tous les réglementations sur les machines émettant des rayons X
Dimensions Machine :	755mm(L), 555(H)
Charge maximum répartie sur le convoyeur :	160 Kg
Restrictions ambiantes : (Mode opérationnel)	0° -40° C
Fonctionnalités	-Affichage de date et de l'heure -Compteur de bagages -Marquage acoustique de passage de bagages

2-Schéma synoptique de la machine:

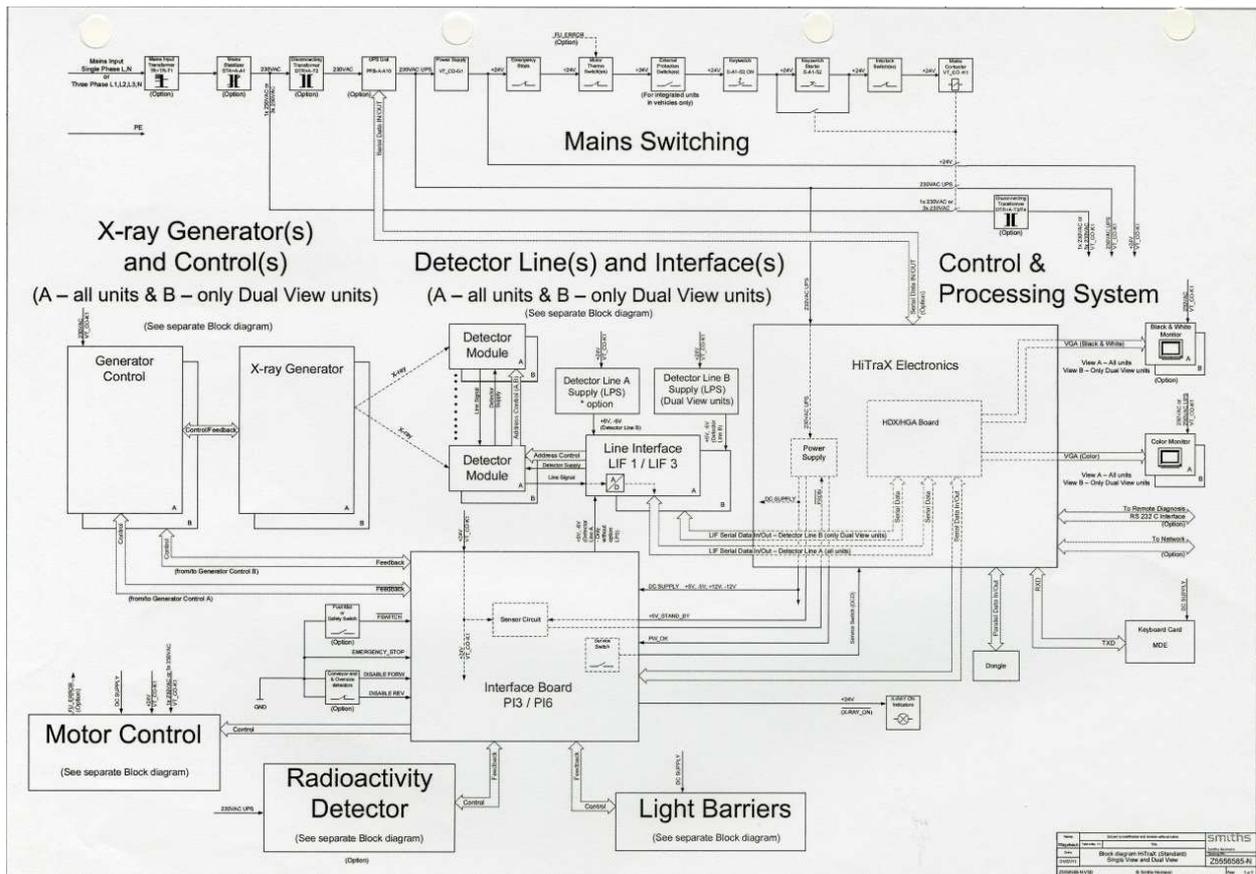


Figure 13 : Schéma synoptique de la machine de Smiths detection HEIMANN x-Ray

2-1 Description du schéma synoptique de la machine:

2-1-1-Alimentation :

Mise en tension :

La machine d'inspection est munie d'un raccordement sur secteur monophasé. La tension d'alimentation s'élève à 230 V (50Hz) permettant des tolérances de +10% / -15%.

A l'aide d'un transformateur d'alimentation les tensions d'alimentation de 100 à 250v peuvent être compensées et à l'aide d'un stabilisateur de tension les variations de tension de $\pm 25\%$ peuvent être compensées. Le tampon de panne du courant optionnel permet des tolérances de tension de $\pm 20\%$.

A travers un transformateur de séparation DTR+A-T2 et un tampon de panne de courant optionnel UPS UNIT PFB+A-A10, la tension à l'entrée stabilisée de 230VAC et toujours disponible en tant que tension d'alimentation de 230VAC UPS sur le bloc d'alimentation POWER SUPPLY de l'électronique HITAX.

Dans la tension de 230VAC UPS le bloc d'alimentation G1 génère la tension de +24V.

Le relais K1 de l'appareil à rayon X est activé au moyenne de la tension d'alimentation de +24V du bloc secteur G1 .la tension est routée à travers :

- Les arrêts d'urgence.
- Les relais thermique des moteurs
- D'autre interrupteurs de protection externes (uniquement pour les appareils à rayons X incorporés aux véhicules).
- Des interrupteurs de verrouillage
- Deux interrupteurs à clé.

Si le relais K1 est activé par la tension de +24V, celui-ci va ponter l'interrupteur de mise sous tension de l'interrupteur à clé à l'aide d'un contact auto-entretenu tout en connectant les tension soins d'alimentation de **230VAC VT_CO-K1** , **230VAC UPS VT_CO-K1** et **24V VT_CO-K1** sur les modules de l'appareil à rayon X .

A travers un circuit détecteur sur la carte interface PI constamment alimenté d'une tension de **+5V_STAND_BY** par le bloc secteur de l'électronique HITRAX, la présence de la tension d'alimentation de **+24V VT_CO-K1** sur la carte PI est détectée. si cette tension est connectée à travers le relais K1, la carte interface va activer le signal **PSON (Power Supply On)** afin d'activer le bloc d'alimentation de l'électronique HITRAX .

Le bloc d'alimentation de l'électronique HITRAX met à la disposition de la carte PI et d'autres modules les tensions directes de $\pm 5V$ et de $\pm 12V$ directement après la mise sous tension. De plus, le bloc d'alimentation confirme le fonctionnement correct à travers le signal **PW_OK** puis l'électronique HITRAX se met en marche.

A travers la connexion série (**SERIAL DATA IN/OUT**) la carte d'interface PI transmet donc un signal à la carte HDX de l'électronique HiTraX pour charger le programme d'exploitation HiTraX à moins que celui-ci n'est pas été déjà chargé.

La connexion série entre la carte d'interface PI et l'électronique HiTraX sert de la communication entre les deux modules.

Mise hors tension :

L'appareil à rayons X est mis hors tension en coupant le circuit dérivé au moyen de l'interrupteur à clé ou d'un autre interrupteur entre le bloc d'alimentation G1 et le relais K1.

En coupant le circuit dérivé la tension de **+25V** du bloc d'alimentation G1 n'est plus connectée au relais K1, donc, celui-ci se met hors circuit. Relais K1 désactive les tensions d'alimentation de **230VAC_CO-K1**, **230VAC UPS VT_CO-K1** et **+24V VT_CO-K1**.

Le circuit détecteur sur la carte d'interface PI détecte la désactivation de la tension d'alimentation de **+25V VT_CO-K1**. Donc, à travers une liaison série la carte d'interface PI signale à la carte HDX de l'électronique HiTraX de fermer ce-dernier.

Lorsque le logiciel est fermé, l'électronique HiTraX signale cet état à la carte d'interface PI à travers la liaison série. Donc, la carte d'interface PI déconnecte le signal **PSON**.

Si la carte d'interface PI ne reçoit pas cette information, par exemple, à cause d'un défaut de l'électronique HiTraX ou d'un câble défectueux, le signal **PSON** sera en tout cas déconnecté à l'aide d'un circuit timeur sur la carte d'interface après trois minutes.

Lorsque le signal **PSON** est désactivé, le bloc secteur de l'électronique HiTraX est déconnecté, c.-à-d., les tensions d'alimentation **DC_SUPPLY** et le signal **PW_OK** sont désactivés.

Tampon de panne de courant :

En cas de panne de courant le dispositif ASC maintient la tension de **230VAC UPS** pour une durée limitée (marge de temps à panne de courant) afin d'éviter des endommagements de l'électronique HiTraX. Pendant ce temps réglable limité la capacité de batterie du dispositif ASC, l'électronique HiTraX et la carte d'interface PI restent activées. Optionnellement, l'un des moniteurs peut être alimenté permettant donc de continuer l'interprétation d'images, néanmoins, il n'est pas possible d'effectuer des inspections par rayons X.

Si, pendant la marge de temps relevée par le limiteur logiciel, l'alimentation en courant est revenue, le service de l'appareil à rayons peut être restauré immédiatement. Autrement, le

système d'exploitation est fermé automatiquement puis l'appareil à rayons X est mis hors marche.

Une liaison série entre le dispositif ASC et l'électronique HiTraX permet la communication entre eux. A intervalles, l'électronique HiTraX demande des informations d'état au dispositif ASC. Le dispositif ASC transmet des informations relatives au service par batteries et défauts de dispositif ASC. Si, les données n'ont pas été transmises après une seconde dès la demande, cet état est interprété défaut par l'électronique HiTraX.

Lorsque le dispositif ASC signale une tension trop faible de batterie pendant la panne de courant, le système d'exploitation sera mis hors circuit automatiquement et l'appareil à rayons X mis hors marche sans attendre la fin de marge de temps. Si, en cas de panne de courant, l'appareil à rayons X se met hors circuit après le temps pré-régulé le dispositif reçoit l'information de se fermer après la marge de temps et de changer à l'état standby, Dès que l'alimentation en courant est restaurée, le dispositif ASC se met en circuit automatiquement.

2-1-2-Générateur à rayon X et la commande à rayon X:

Le générateur de rayon X (X-ray generator) et la commande du générateur (Generator Control) forment le système à rayon X. La commande du générateur sert à commander la génération des rayons X dans le générateur de rayons X.

La commande du générateur est alimentée de **230 VAC VT_CO-K1**

Le refroidissement du générateur de rayon x s'effectue à travers un circuit d'huile fermé. A l'aide d'une pompe l'huile est faite circuler et refroidie dans des ailettes de refroidissement avec des ventilateurs.

2-1-3- Modules détecteurs et interface:

L'électronique de ligne est composée de modules détecteurs (DM 16, dsvm 16, LM 16,DM 25,DSVM 25 OU LM 25) et d'une ou plusieurs cartes d'interface de ligne. (LINE_INTERFACE LIF 1/3)

Les modules détecteurs (DETECTOR MODULES) sont chargés de convertir les rayons X en valeurs de tension traitables .Après avoir passé le double collimateur, le rayonnement X fourni par le générateur pénètre l'objet sur le convoyeur en tant que rayon fin en éventail .Une partie du rayonnement restant X-RAY rencontre les modules détecteurs.

Les détecteurs sont composés de cristaux scintillateurs et de photodiodes qui sont regroupés et forment des rangées (arrays).

Les deux types de ligne (lo MAT et HI) ne diffèrent qu'en ce qui concerne la composition des cristaux, ces cristaux convertissent les rayons x en lumière visible.

La lumière émise par les cristaux est transformée par les photodiodes en courants de sortie

2-1-4- Électronique Hi-TRAX :

Elle représente le module central de l'appareil à rayon X. A travers la carte PI l'électronique commande la commande du générateur et le système convoyeur.

Sur la carte HDX de l'électronique HITRAX la calculation des images vidéo dans les valeurs de tension numérisées se passe .de plus, les multiples fonctions d'interprétation d'image sont calculées ici.

L'électronique HITRAX est munie :

- De la technologie MAIN PROCESSOR BOARD,
- Des coprocesseur numériques a haute vitesse sur la carte HDX pour l'interprétation d'image en temps réel
- D'un disque dur en tant que mémoire pour les images rayon x ,et celles du syst/me HI-TIP ou OTS XTRAIN
- De deux sorties VGA pour la connexion moniteur pour affichage de l'image couleur HI-MAT et noir et blanc ainsi qu'une troisième sortie pour des propos de diagnostique
- D'une interface RS 232 pour connexion d'un terminal
- D'une interface réseau pour l'échange de données
- Des connexions sérieelles pour connecter le clavier, la carte d'interface LIF et de la carte d'interface PI
- D'un bloc d'alimentation.

2-1-5-Carte d'interface PI :

C'est l'interface entre les modules de l'appareil a rayon X et l'électronique HITRAX centale.les données de commande pour les modules ainsi que les messages de retour des modules sont échangés entre la carte d'interface PI et l'électronique HITRAX a travers une liaison sérieelle (*serial data in/out*) .les 64 bits échangés a travers la liaison sérieelle peuvent être surveilles et partiellement modifies par le test I/O dans le menu DIAGNOSTIQUE .

2-1-6- Barrières lumineuses (Light barrier):

Les barrières lumineuses servent à détecter les objets transportés dans le tunnel sur la bande transporteuse.

Ces barrières fonctionnent à l'aide des rayons infrarouge. Si un rayon est interrompu par un objet, le signal de sortie de la barrière lumineuse change de tension et à l'aide de la carte d'interface PI, cette information est amenée vers l'électronique HI-TRAX

B- Machine 2:

Détecteur d'explosif RAPISCAN EDS (Explosive Detection System) :

Cette machine comprend trois générateur de rayons X ainsi produisant cinq vues différentes du bagage scanné, ses caractéristiques techniques sont les suivants :

1-Caractéristiques techniques :



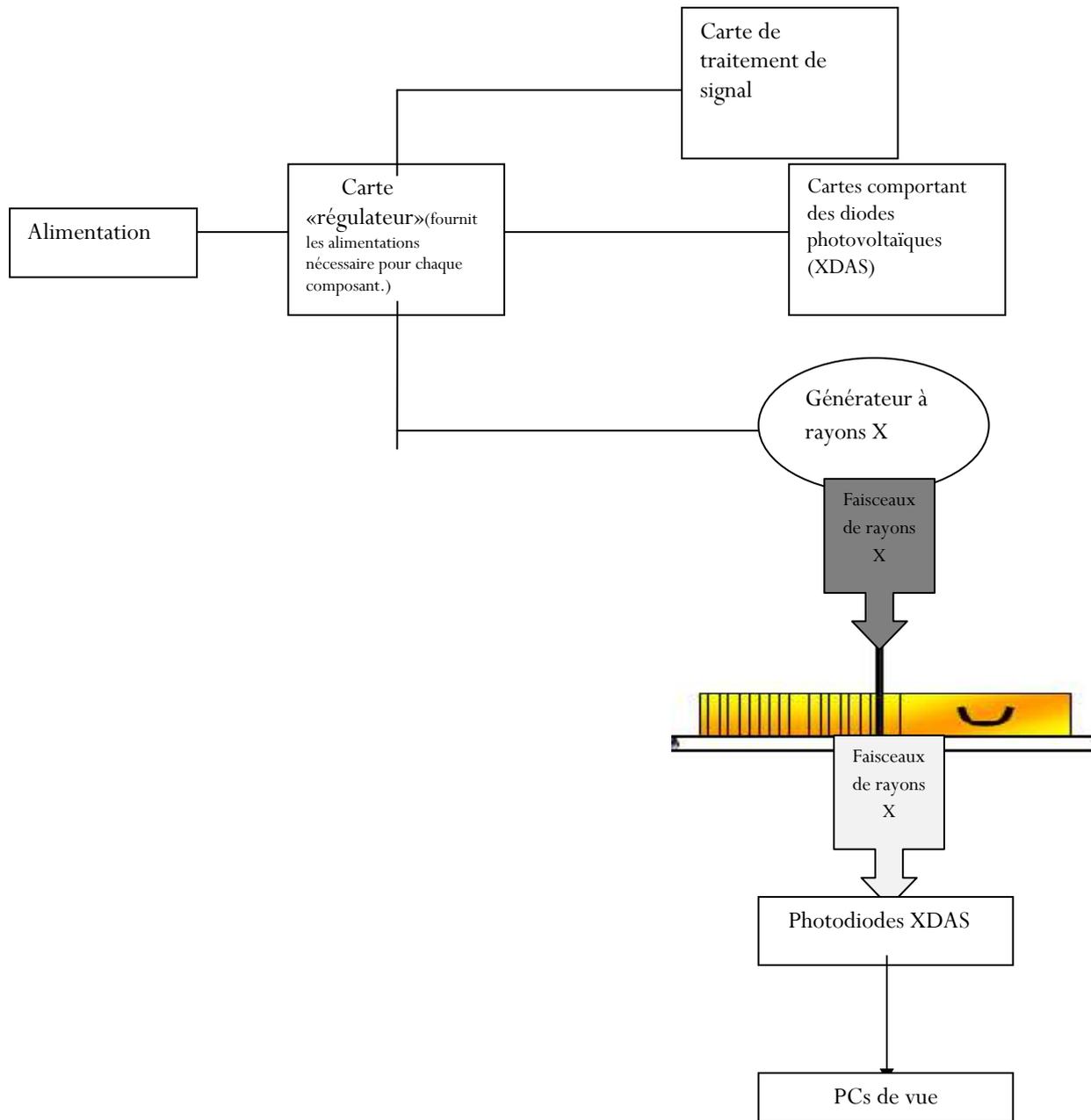
Figure 14 : Photo de la Machine détectrice d'explosifs de RAPISCAN EDS

Dimensions Machine	5554mm(L), 1895(l), 2064(H)
Hauteur du convoyeur	Réglable de 800mm-850mm
Tunnel	1m de large sur 800 mm de haut
Vitesse du tapis roulant	0.5m/sec en continu
Espace en les bagages	200mm minimum
Cadence (bagages par heure)	1800 bagages maximum
Dimension maximales des bagages (standard)	1250mm(l), 930mm(w), 590mm(h), 60kg
Puissance électrique requise	400V +/-5%, 3 phases, <5kW en pointe de puissance
Restrictions ambiantes (Mode opérationnel)	0 – 40 ° C, 10-80% Humidité , sans condensation

2-Schéma descriptif :

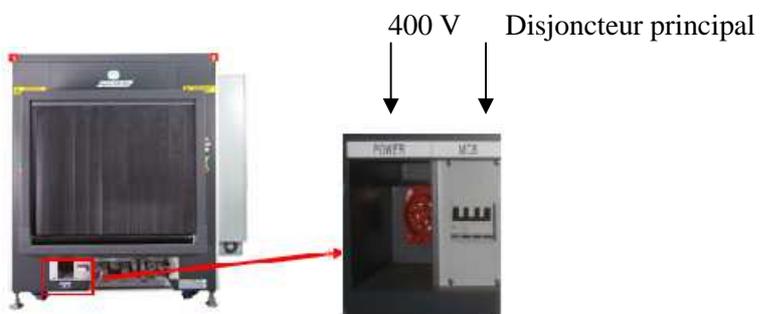
La carte «régulateur» étant alimentée fournit les alimentations nécessaires pour la carte de traitement de signal et les cartes «détecteurs» comportant les photodiodes, et par passage d'un amplificateur elle alimente le générateur à rayons X.

Les faisceaux de rayons X après la traversée du bagage sont captés par les photodiodes puis transformé en un signal analogique qui subit une transformation en numérique afin qu'il soit compréhensible par les PCs de vue



3-Alimentation :

400 V 3Phases + Neutre +Terre



- Phase 1
 - Liaisons informatiques
 - Switch Réseaux

- Phase 2
 - Alimentation Détecteur
 - Alimentation Générateur
- Phase 3
 - Contrôleur de Mouvement (Motion controller).

4-Composantes électroniques du détecteur :

➔ Carte Régulateur :

Fait sortir les alimentations +5V, +12V et la masse à distribuer à chaque carte dans la carte «détecteur».



Figure 15 : Photo de la carte « régulateur »

➔ Carte de traitement de signal :

- Effectue la Conversion Analogique/ Numérique de toutes les cartes du Détecteur.
- Contient des connecteurs correspondants à chaque carte du détecteur.
- Connecte la réponse des XDAS aux cartes Interface des PC de Vues.



Figure 16 : Photo de la carte de traitement de signal.

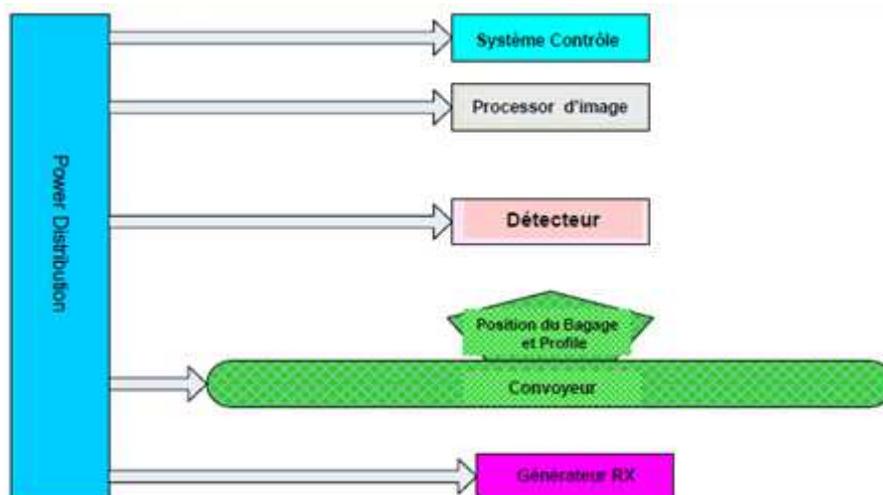
→ Carte détecteur : Emplacement des photodiodes :

Cette carte comporte des photodiodes (XDAS) capable de détecter un rayonnement et de le transformer en un signal électrique exploitable qui subit une conversion en numérique afin d'être traité par les PCs de vue



Figure 17 : Photo de la carte détecteur.

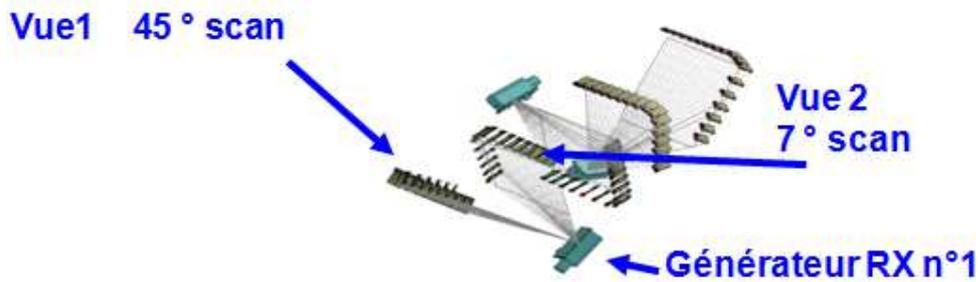
5-Le diagramme bloc du système :



5-1- Générateur Rayon X:

Trois générateurs de rayons X produisent cinq vues distinctes.

Le générateur numéro 1 transmet l'énergie en faisceaux en éventail à 7 et 45 degrés. Ce scannage produit les vues une et deux.



Les lignes en pointillé illustrent les faisceaux en éventail, et un carré définit le tunnel.



Figure 18: Photo du générateur n°1

Le générateur numéro 2 dirige l'énergie à un angle de 90 degrés, en créant la vue trois.

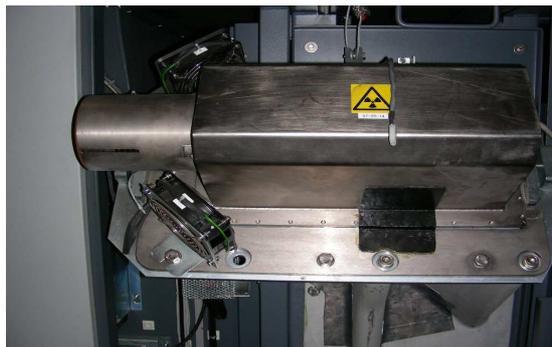


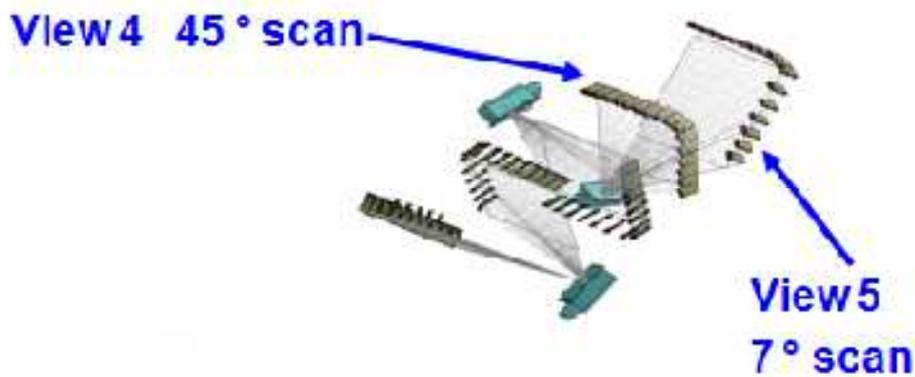
Figure 19 : Photo du générateur n°2

Le générateur numéro 3 émet deux faisceaux en éventail, en créant la vue trois :



Figure 20: Photo du générateur n°3

Le générateur numéro 3 émet deux faisceaux en éventail, dont un à 45 degrés, l'autre à 7 degrés, qui reflètent le générateur numéro 1 pour produire les vues quatre et cinq.



Les lignes en pointillé illustrent les faisceaux en éventail, et un carré définit le tunnel.

5-2- Convoyeur :

Le convoyeur utilisé par l'aéroport est à bande. Il permet le transport des bagages d'un point de départ jusqu'à l'arrivée au générateur des rayons X

5-3-Détecteur :

L'acquisition de l'image radioscopique s'effectue par un découpage du bagage en tranches de 2 mm.

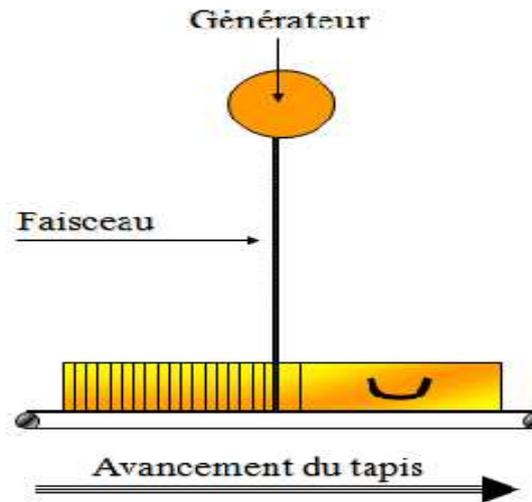


Figure 21 : Pénétration et découpage du bagage

5-4- Processeur d'image :

Les ordinateurs des Processus des vues :

- ✓ Collecte les données Rayons-X.
- ✓ Effectue l'Analyse des Menaces.
- ✓ Génère un fichier image pour la visualisation Opérateur



Figure 22 : Photo des ordinateurs de processus de vue.

-Les ordinateurs permettent d'obtenir l'affichage suivant sur l'écran du poste opérateur :
 Au cas d'une menace, cette dernière est encerclée en rouge

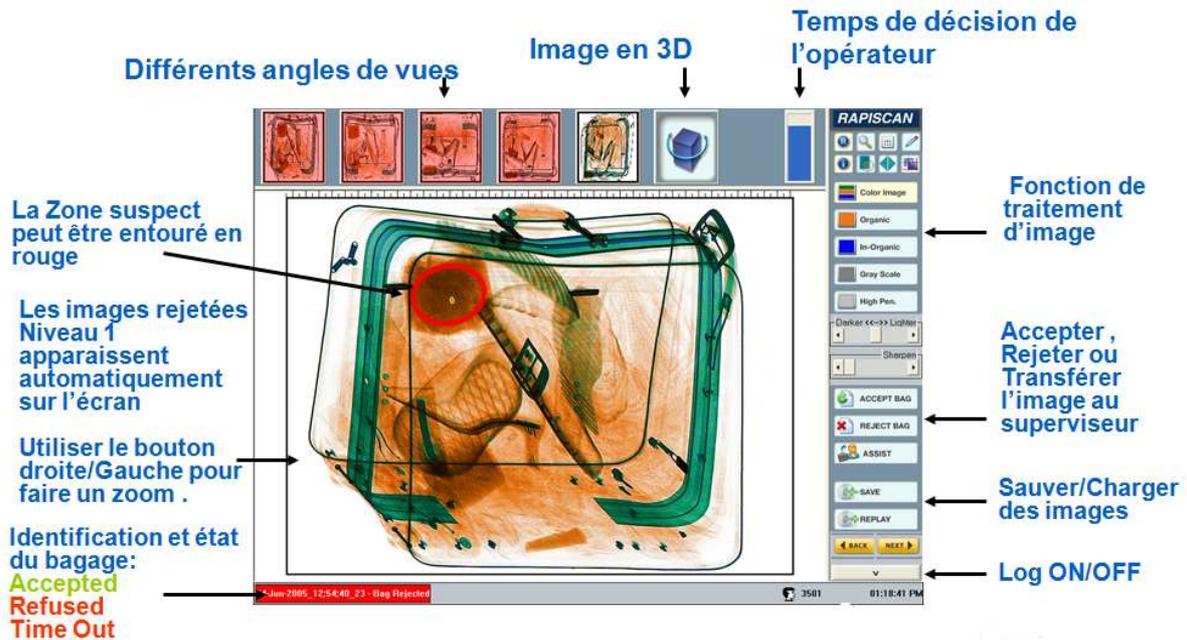


Figure 23: Ecran principal du poste opérateur.

5-5-Système contrôle :

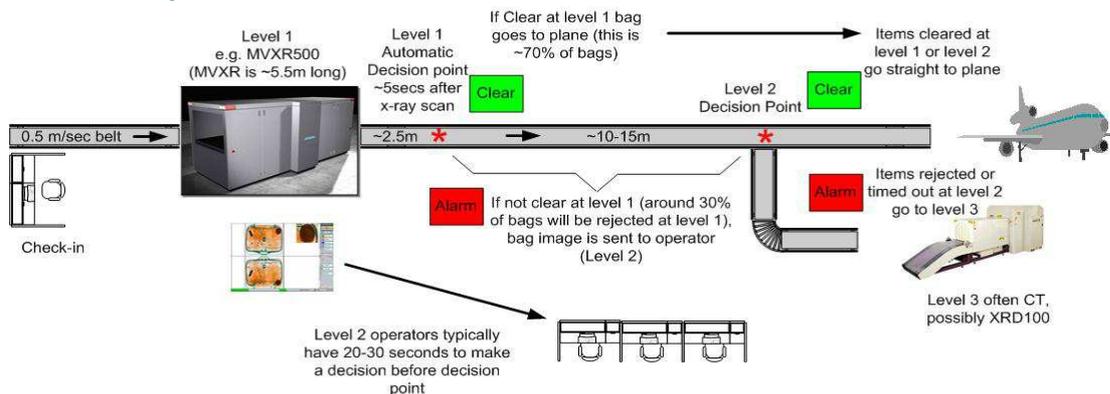


Figure 24: Passage du bagage avant l'embarquement en avion.

Le niveau 1 : La détection des objets suspects se fait automatiquement. (Machine)

Le niveau 2 : Les images de bagages détectées suspects Niveau 1 sont envoyées au Niveau 2. (Poste Opérateur)

Le niveau 2 consiste en un groupe de postes de travail, les opérateurs voient l'image des bagages pendant une période limitée en temps. L'opérateur a la possibilité d'identifier la menace en procédant à une inspection de l'image. Il peut approuver ou rejeter le bagage en fonction de l'image observée.

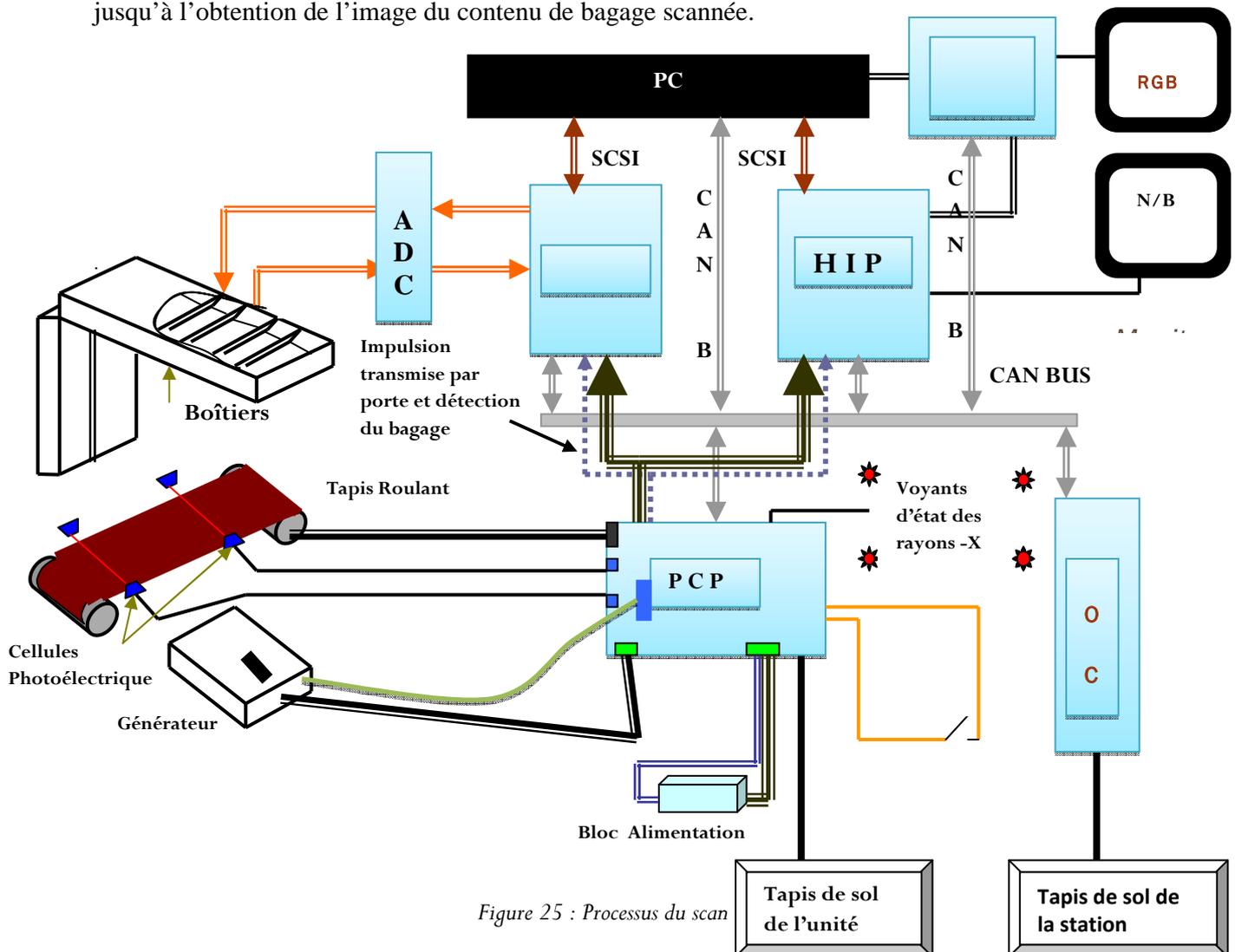
Si aucune décision n'est prise dans le temps impartie, le système rejette automatiquement le bagage au niveau 3.

6-Principe du fonctionnement et description:

Puisque les deux machines (Machine de HEIMANN et l'EDS) ont presque le même principe de fonctionnement, nous avons proposé un principe général et commun entre les deux représenté comme suit :

6-1-Principe de fonctionnement :

Dans cette section nous détaillons le processus qu'un bagage subit dès l'entrée dans le tunnel jusqu'à l'obtention de l'image du contenu de bagage scannée.



PCP: Processeur (Power Control Processor) ; ADC: Convertisseur analogique numérique (Analog to Digital Converter)

DTP: Processeur (Data Transfer Processor) ; LXDA: Bloc de détection (Linear X-ray Detection Array)

HIP: Processeur d'image (Host Image Processor)

HFXG : Générateur de rayons X à haute fréquence

-Principe de fonctionnement : Lorsqu'un bagage entre dans le tunnel et coupe le faisceau photoélectrique, un signal est transmis à la carte processeur de contrôle d'alimentation (PCP) pour signaler la détection d'un paquet dans le tunnel. La carte PCP active alors le régulateur de rayons X, lequel met sous tension le tube à rayons X à l'intérieur du générateur de rayons X à haute fréquence (HFXG) qui génère les rayons X.

Les rayons X traversent des collimateurs puis sont dirigés vers une ou plusieurs fentes ménagées dans la paroi du tunnel.

Lorsque le bord arrière du bagage sort du faisceau photoélectrique, un autre signal est transmis à la carte PCP pour signaler la détection de l'arrière du paquet. La carte PCP attend ensuite le passage complet du paquet devant les fentes de la paroi par lesquelles les rayons X rentrent dans le tunnel puis désactive l'alimentation du régulateur de rayons X, ce qui entraîne la mise hors tension du tube à rayons X. La durée entre la sortie du paquet du faisceau photoélectrique et la désactivation du régulateur de rayons X est calculée d'après la distance séparant les cellules photoélectriques des fentes ménagées dans la paroi du tunnel et la vitesse d'entraînement du tapis roulant.

6-2-Production de l'image :

Lorsqu'un bagage passe devant les fentes par lesquelles les rayons X rentrent dans le tunnel, ces rayons X traversent le paquet. Les matériaux de densité élevée ont tendance à arrêter les rayons X, tandis que les matériaux de faible densité tendent à se laisser traverser.

Sur la face du tunnel en regard des fentes sont disposés les détecteurs de rayons X à barrette photosensible (LXDA) qui contiennent les rangées de cartes LXDA. Ces cartes détectent les rayons X qui traversent le paquet et génèrent un signal analogique indiquant l'intensité des rayons X détectés.

Le signal analogique émis par chaque diode est amplifié puis converti en un signal numérique par une carte convertisseur analogique-numérique (ADC) intégré au dispositif LXDA. L'information numérique est transmise à la carte processeur de données (DTP).

La carte DTP traite les informations numériques fournies par la carte ADC et génère une image. Un affichage monochrome est généré par transposition de l'intensité des rayons X détectés en blanc (pleine intensité détectée), en noir (rayons X intégralement arrêtés) ou en niveaux de gris selon la densité des matériaux et des objets à l'intérieur du paquet.

L'information numérique transmise par les photodiodes est analysée afin de déterminer si le matériau inspecté est d'origine organique ou non. Une image en couleur est ensuite générée sur laquelle les matières organiques, inorganiques et les matières de très haute densité d'origine inconnue sont représentés par des couleurs différentes matières

Les images générées par la carte DTP sont transmises à la carte processeur d'images hôte qui les soumet aux modifications correspondant aux options d'image sélectionnées sur le tableau de commande, puis renvoie ces images aux moniteurs.

6-3-Processus de traitement du bagage et l'affichage de son image scannée :



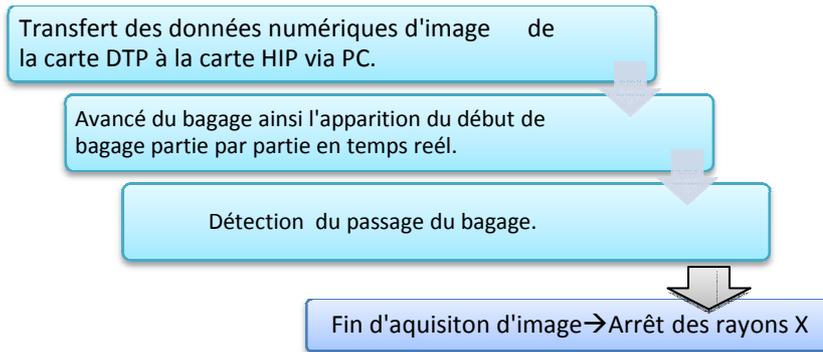
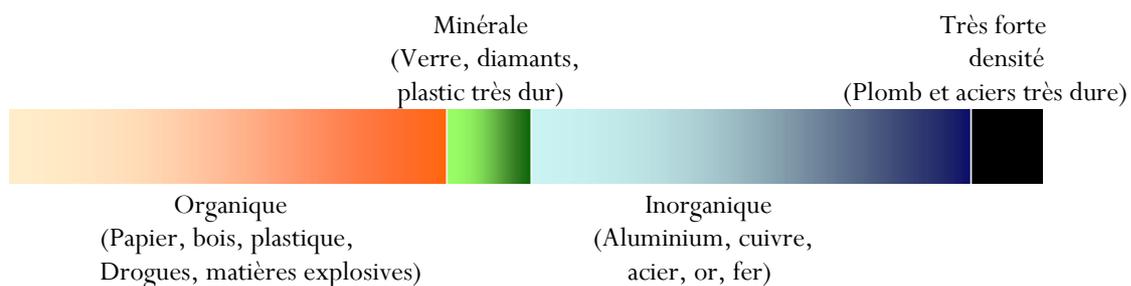


Figure 26: Résumé en étapes du processus de traitement du bagage.

6-4-Traitement d'image :

Dans cette partie nous détaillons l'acquisition des données (leur affichage en couleur sur l'écran) de l'image traitée :

L'image en couleur obtenue est formée de quatre nuances en fonction de la densité (perte d'énergie et frottement) :



 - Lorsque les rayons X traversent du bois par exemple, ils perdent une faible énergie ainsi la couleur reflété est orange.

 - Lorsque les rayons X traversent des pierres ou du plastique dur par exemple, ils perdent une énergie relativement importante ainsi la couleur reflété est verte.

 - Lorsque les rayons X traversent des métaux (fer, acier) par exemple, ils perdent une énergie très importante ainsi la couleur reflété est bleu.

■ -Lorsque les rayons X traverse des matériaux très durs (plomb) par exemple, il perdent toute leur énergie et ne traversent pas l'objet ainsi la couleur reflété est noir.

Remarque :

Au cas où une substance interdite est organique, qui est le cas ici avec de l'héroïne. La machine (EDS) détermine la menace par le croisement d'une certaine densité avec le "Z atomique"

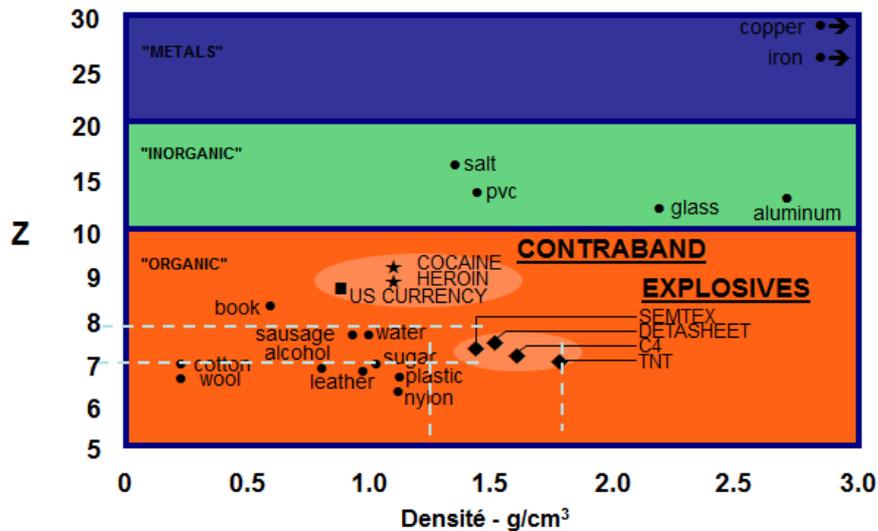


Figure 27 : Graphe représentatif du numéro atomique par densité.

Relation entre la densité et « Z atomique »

Coefficient d'atténuation massique = (Coeff. D'atténuation linéaire)/(Densité de la cible) = μ/d

$$\mu = k \frac{d z^3}{E^3} \quad d : \text{densité}; Z \text{ numéro atomique}; E : \text{Energie des photons}; k : \text{constante}$$

Dans cette partie nous allons nous focaliser sur la maintenance de l'équipement d'inspection HEIMANN: Dans un premier temps nous allons définir les différents types de maintenance procédés par l'aéroport, par la suite nous allons analyser un rapport de panne et proposer une solution.

IV- La Maintenance:

La maintenance vise à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifié afin que celui-ci soit en mesure d'assurer un service déterminé. La maintenance regroupe ainsi les actions de dépannage et de réparation, de réglage, de révision, de contrôle et de vérification des équipements matériels (machines, véhicules, objets manufacturés, etc.) ou même immatériels (logiciels).

-Les actions de maintenances procédées par l'office sont:

- La maintenance préventive : consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. Cette action inclue l'ensemble des contrôles, visites et actions de remplacements effectuées préventivement.

- La maintenance corrective : consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant.

1-La maintenance préventive dans l'ONDA :

Lors de l'entretien de maintenance préventive, l'opérateur du système est appelé à effectuer un test de fonctionnement du système d'inspection à rayon X pour vérifier sa capacité de détecter les éléments explosifs, en utilisant une valise de test inspectée, tout en observant et interprétant les résultats. Il est nécessaire par la suite, de remplir un document sous forme de rapport de test, afin de suivre l'évolution du système à chaque test.



Figure 28 : Photo de la valise de test.

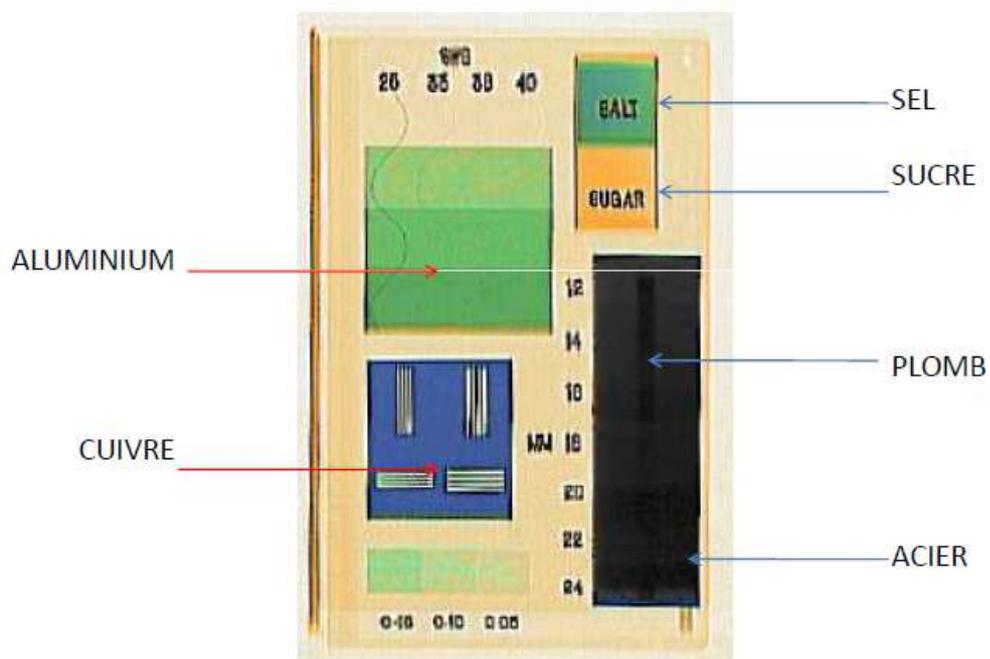


Figure 29 : Constituants de la valise de test.

L'image permet ci-dessus illustre le résultat d'inspection selon le degré de pénétration des rayons X par rapport à la matière, en fonction de sa composition, de son épaisseur, et de l'énergie du rayonnement.

1-1-Exemple de relevé de maintenance préventive :

Relevé à remplir par les agents ou les techniciens lors de la maintenance préventive :

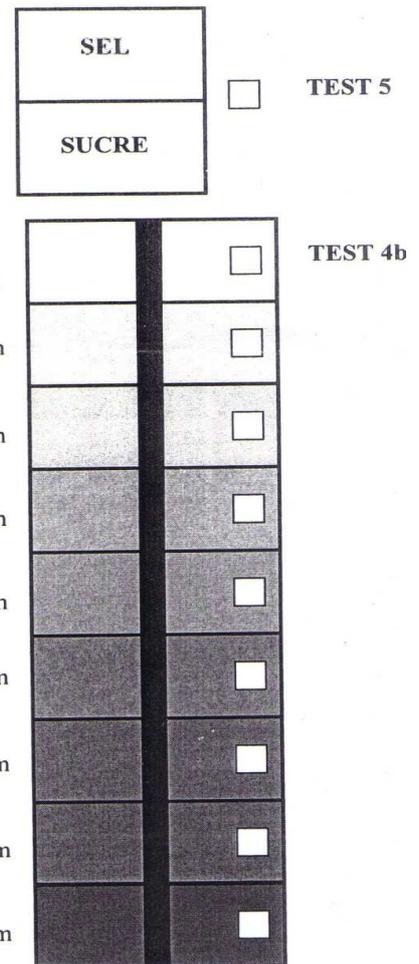
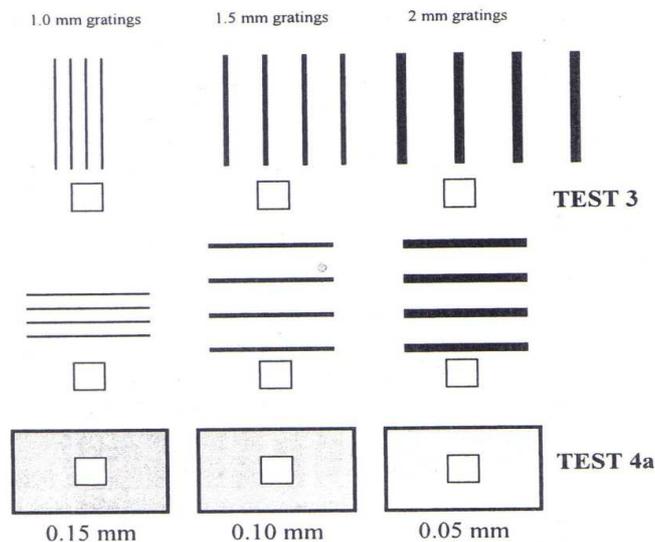
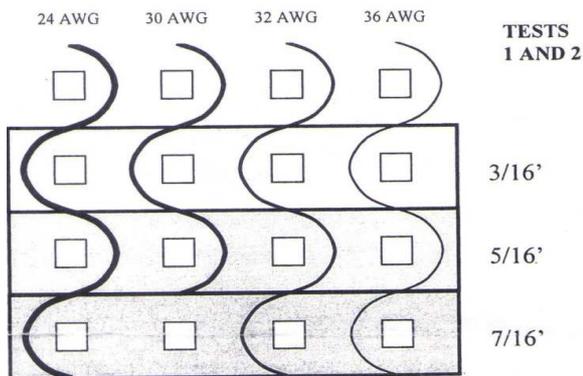
Date: _____ Heure: _____ Opérateur: _____
 Fabricant et modèle de la machine: _____ Dimension du tunnel: _____
 N° d'identité de la machine: _____ Emplacement de la Machine: _____
 Moniteur: _____ Clavier: _____ Version du logiciel: _____
 Version optimale de l'Objet de test sur le tapis (gauche, milieu, droite): _____

N° du Test

- 1 Fil métallique unique
 2 Pénétration utile
 3 Résolution spatiale
 4a Pénétration simple (imagerie de matériaux minces))
 4b Pénétration simple (imagerie de matériaux épais)
 5 Discrimination des matériaux

Affichage

- 30 AWG fil de cuivre étamé non isolé, non couvert par un gradin de calibration en aluminium
 24 AWG fil de cuivre étamé non isolé, derrière 5/16" d'aluminium
 2.0 mm grilles de cuivre (horizontales et verticales)
 0.1 mm plaques d'acier
 Plaque de plomb derrière 14mm d'acier
 2 couleurs différentes pour le sel et le sucre

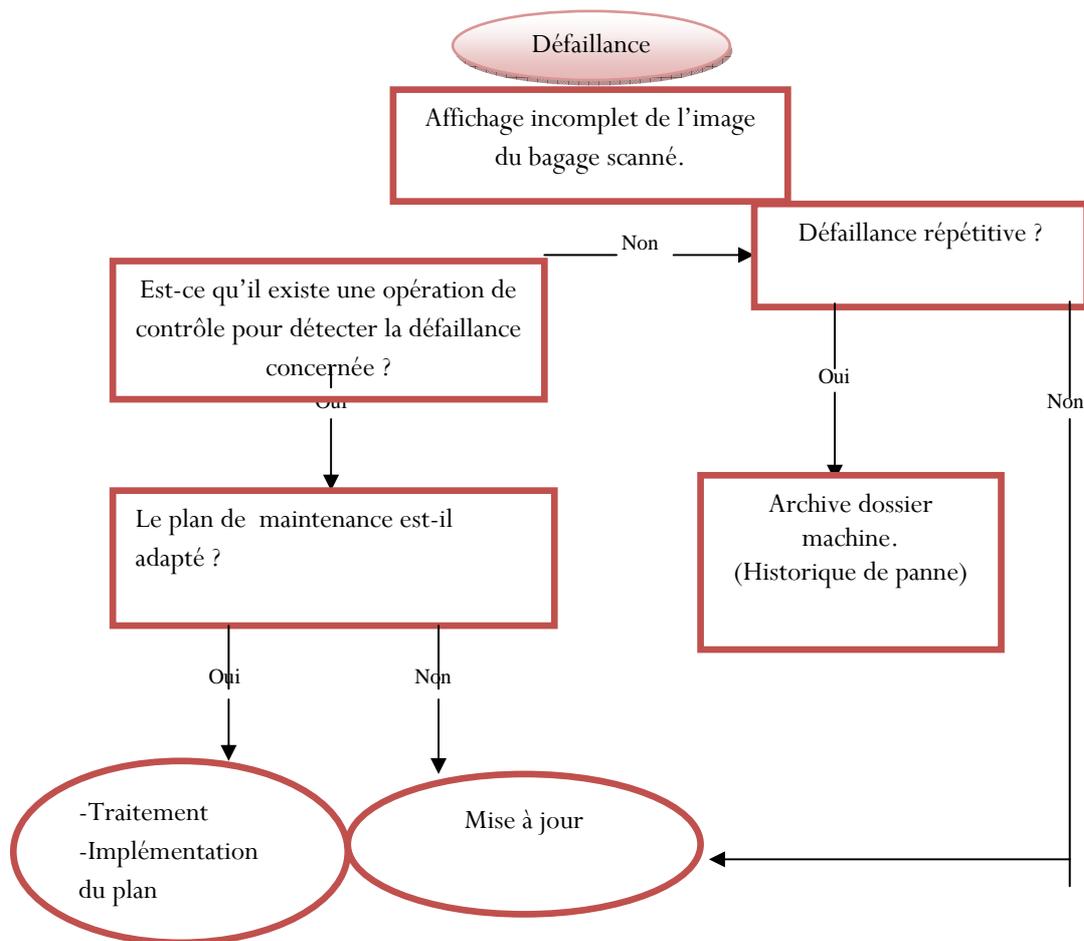


2-La maintenance corrective dans l'ONDA :

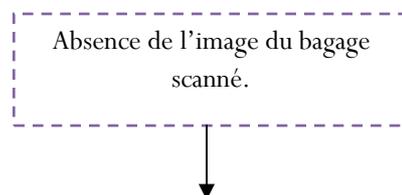
Plusieurs pannes peuvent survenir, certes nous allons nous focaliser sur la plus fréquente suite aux informations recueillies auprès des techniciens de la division : **Affichage incomplet du bagage scannée.**

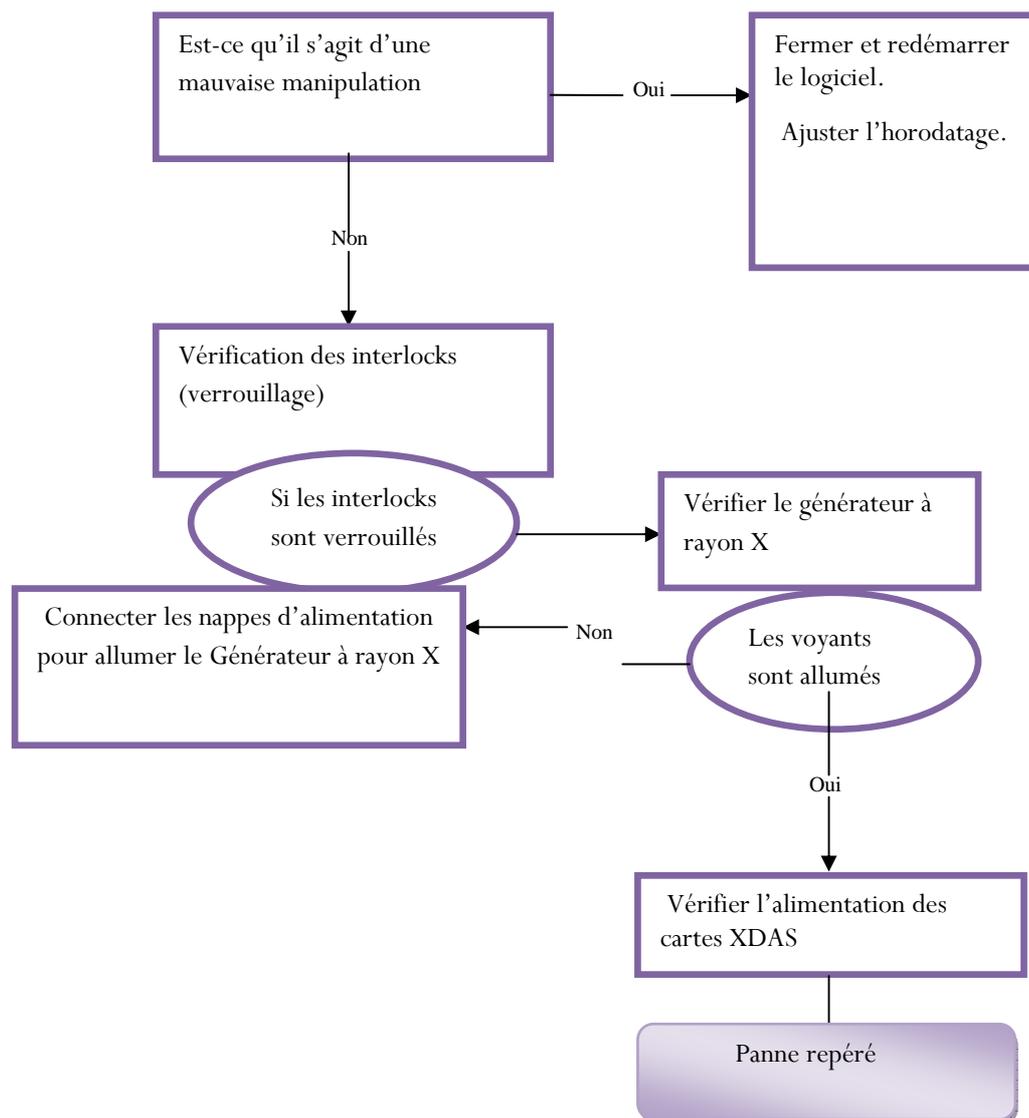
Pannes fréquentes :	Solution :
Affichage de « Erreur » (System Fault) sur le poste.	Vérifier les interlocks de verrouillage de la machine
Mauvaise qualité de l'image.	Vérifier le module détecteur et le remplacer s'il est défectueux

2-1- Analyse d'un rapport de dépannage.



2-2- Procédure pour repérer la panne : Absence de l'image du bagage scanné





→ **Solution :**

Connecter les nappes non raccordées afin d'établir l'alimentation des cartes XDAS

2-3- Procédure pour repérer la panne : Affichage incomplet de l'image du bagage scanné :

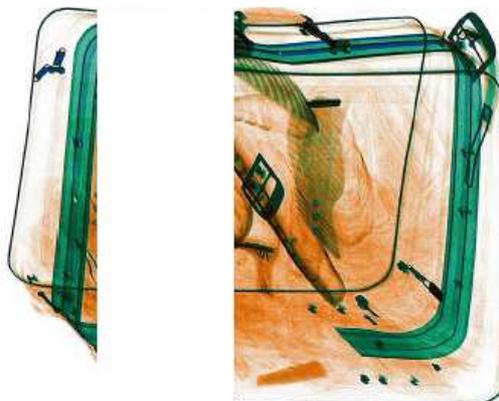
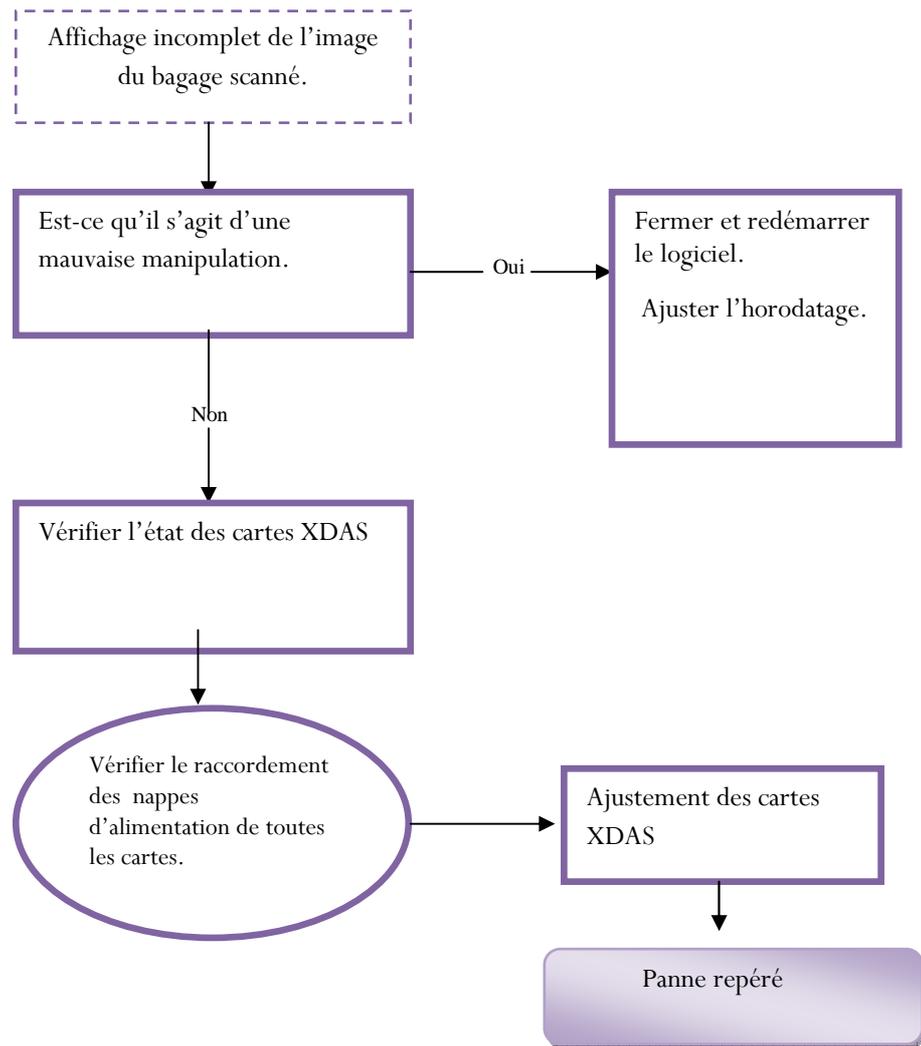


Figure 30 :L'affichage incomplet de l'image.



→Solution :

Ajustement des cartes XDAS afin que le faisceau de rayons X soit entièrement captés par les diodes photovoltaïques.

2-3- Manipulation :

Les étapes à suivre pour ajuster les cartes XDAS :

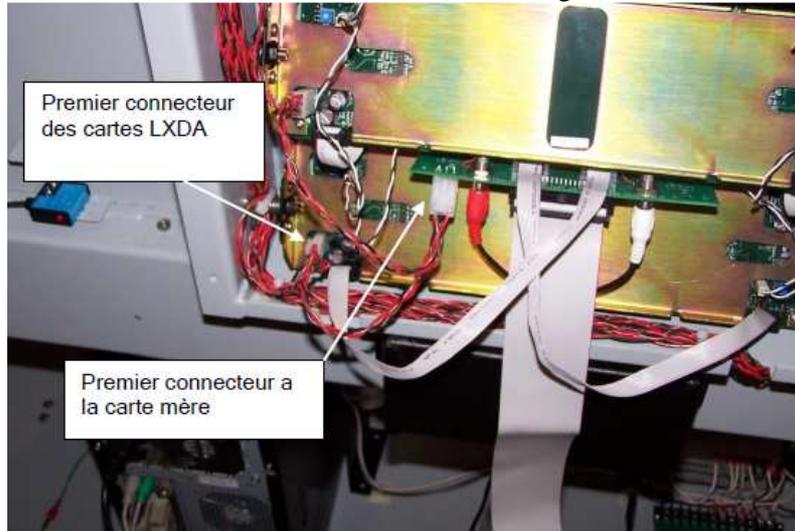
Note de sécurité: le générateur X-ray ne doit pas être en état de marche

1- Se connecter dans le logiciel.

2- Cliquer sur Menu.

3- Cliquer sur Diode Plot

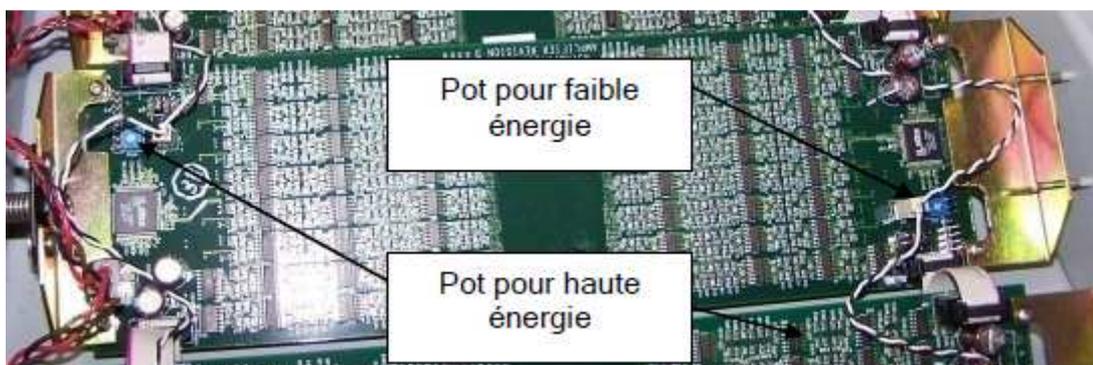
4- Connecter la première carte LXDA à la carte mère. (câble rouge et noir)



5. Continuer de connecter les cartes LXDA en séquence jusqu'à la connexion de toutes les cartes.



6- Localiser les deux potentiomètres bleus des deux cotés de la carte LXDA.



7- A l'aide d'une très petite tourne vis ajuster le potentiomètre.

(La nappe en plomb doit couvrir toutes les LXDA de manière à éviter toute exposition à la lumière.)

8- Observer le graphe des diodes sur l'écran de l'ordinateur. Ajuster le potentiomètre de manière à ce que les points bleu soient centrés sur l'axe des X. Faire de même pour le reste des LXDA jusqu'à ce que toutes les LXDA soient calibrées.

9- Dès que toutes les LXDA sont calibrées le graphe de diode apparaît comme suit :



Puisque tous les points sont centrés à l'axe, les cartes XDAS sont calibrées ainsi on obtient une image complète.

Conclusion :

L'occasion qui nous a été offerte par ce stage, nous a permis de vivre de près une expérience professionnelle enrichissante sur tous les niveaux.

D'une part, elle nous a permis de consolider nos acquisitions antérieures et de prendre contact direct avec le monde de travail d'autre part.

A travers notre étude des divers équipements d'inspection par rayons X utilisés au sein de l'aéroport, on a pu connaître les principales procédures qu'un bagage subit, garantissant ainsi la sécurité de l'aéroport.

Au niveau de la partie pratique, notre étude nous a permis de proposer une solution au problème de l'affichage incomplet du bagage : Ajustement des cartes de diodes XDAS.

En résumé, cette période de stage de fin d'études était pour nous un vrai tremplin pour éclaircir le passage de la vie estudiantine vers la vie professionnelle pratique.