

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Institut d'aéronautique et des études spatiales

Blida

# Projet de fin d'études

---

Analyse des données de l'application des  
indicateurs de performance de sécurité SPI

**Master Opérations aériennes**

**Fait par :**  
**AHRAS Naziha**

**Promoteurs :** **Dr LAGHA Mohand**  
**Mr TERMELLIL Farid**

**Encadreur :** **Melle Bouazza Imane**

**Année universitaire 2014-2015**

## Résumé

Selon l'annexe 19 de l'OACI, les compagnies aériennes doivent avoir un SGS pour définir les résultats des indicateurs de performance de sécurité mesurables afin de déterminer si le système fonctionne conformément aux attentes de conception et non satisfaisant simplement les exigences réglementaires.

Les indicateurs de sécurité opérationnels constituent un outil pour surveiller les risques de sécurité connus, détecter les risques de sécurité émergents et déterminer les actions correctrices nécessaires.

Dans ce mémoire, on va focaliser à l'analyse des indicateurs de sécurité qui fournissent des preuves objectives au régulateur afin de déterminer l'efficacité du système de gestion de sécurité.

Mots clés : sécurité, indicateur, analyse

## Abstract

According to Annex 19 of ICAO, airlines must have an SMS to define the results measurable safety performance indicators to determine if the system works as expected design and not simply satisfying regulatory requirements.

The operational safety indicators are a tool to monitor known security risks, detect emerging security risks and determine the necessary corrective actions.

In this paper, we will focus on the analysis of safety indicators that provide objective evidence to the regulator to determine the effectiveness of the safety management system..

Keywords: safety, indicator, analysis

## ملخص

وفقا للمرفق رقم 19 للمنظمة الدولية للطيران المدني، فإنه يجب على شركات الطيران امتلاك نظام ادارة السلامة SGS لتحديد نتائج مؤشرات اداء السلامة القابلة للقياس و ذلك لتحديد ما إذا كان النظام يعمل وفقا لتوقعات التصميم وليس مجرد تلبية للمتطلبات التنظيمية.

المؤشرات الأمنية العملية تمثل أداة لرصد المخاطر الأمنية المعروفة والكشف عن المخاطر الأمنية الناشئة وتحديد الإجراءات التصحيحية اللازمة.

في هذه المذكرة ، سنركز على تحليل المؤشرات العملية التي توفر أدلة موضوعية للهيئة التنظيمية من أجل تحديد مدى فعالية نظام ادارة السلامة.

كلمات البحث: السلامة, تحليل, مؤشر

## Remerciement

*La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.*

*Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à mes promoteurs Dr Lagha Mohand et Monsieur Termellil Farid de leurs accueil chaleureux, pour leurs patiences, leurs disponibilités et surtout leurs aides inconditionnel, qui ont contribué à alimenter ma réflexion. Je tiens aussi à remercier mon encadreur mademoiselle Bouazza Imane de m'avoir encadrée, orientée, aidée et conseillée.*

*J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté à me rencontrer et répondre à mes questions durant mon travail.*

*Je désire aussi remercier les professeurs de l'institut d'Aéronautique de Blida, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.*

*Je remercie mes très chers parents, Djamel et Nadia, qui ont toujours été là pour moi n'épargnant ni santé ni efforts et qu'ils m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance et m'offrir une éducation dont je suis fier*

*Je remercie tous les membres de ma famille spécialement ma sœur Soumia et ma tante Asma pour leur encouragement et leur aide inconditionnel.*

*Je remercie très spécialement mes chères amies Rahma, Ibtissem, Mira et Hadjer pour leur amitié, leur soutien inconditionnel et leur encouragement et je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche*

*À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.*

## **Table des matières**

Résumé .....	I
Remerciement.....	II
Table des matières.....	III
Les acronymes .....	IV
Liste des figures .....	V
Liste des tableaux .....	VI
Introduction générale .....	1
<b><i>Chapitre I : présentation de l'organisme d'accueil</i></b>	
I.1. Introduction .....	3
I.2. Historique .....	3
I.3. Activités .....	4
I.4. Organisation .....	5
I.5. Flotte .....	6
I.6. Organigramme administratif de la compagnie .....	7
I.7. La direction de la sécurité .....	9
I.8. Conclusion .....	9
<b><i>Chapitre II : mise en œuvre d'un SGS par une compagnie aérienne</i></b>	
II.1.Introduction .....	10
II.2. Système de la gestion de sécurité SGS.....	10
II.3. Niveau acceptable de la performance de sécurité (ALoSP).....	12
II.4. Indicateur de performance de sécurité SPI .....	13
II.5. Conclusion .....	15
<b><i>Chapitre III : les indicateurs de performance de sécurité SPI et tableau de bord</i></b>	
III.1. Les indicateurs de performance de sécurité : éléments de définition .....	16
III.2. Construction, typologie, nature et présentation des SPI.....	18

III.3. Mesure de la performance, suivi et avantages des SPI .....	30
III.4. Les étapes de construction d'un programme SPI .....	31
III.5. Tableau de bord .....	38
III.6. Conclusion .....	41
<b><i>Chapitre IV : l'analyse approfondie d'évènement/ Root Causes Analysis (RCA)</i></b>	
IV.1. Introduction .....	42
IV.2. Définition de l'analyse des causes profondes (RCA) .....	42
IV.3. Méthodologie ou processus d'une analyse .....	42
IV.4. Panorama des méthodes .....	44
IV.5. Conclusion .....	48
<b><i>Chapitre V : étude de cas</i></b>	
V.1. Introduction .....	49
V.2. Méthodologie de travail .....	49
V.3. Application .....	53
V.4. Conclusion .....	62
Conclusion générale .....	63
Référence Bibliographique .....	65

## *Les acronymes*

***AloSP*** : Acceptable Level of Security Performance / le niveau acceptable de la performance de sécurité

***ATC*** : Air Traffic Control / contrôle aérien

***FADEC***: Full Authority Digital Engine Control

***FH*** : Flight Hours / les heures de vol

***IATA*** : Association Internationale du Transport Aérien

***IFR*** : Instrument Flight Rules / vol aux instruments

***MGS*** : Manuel de gestion de la sécurité

***OACI*** : Organisation de l'Aviation Civile Internationale

***OOO***: Out Of Control / hors contrôle

***PKT*** : Passagers-Kilomètres Transportés

***PNS*** : Plan National de Sécurité

***QRF***: Quick Return Flight / Retourner au sol

***RCA*** : Root Causes Analysis / analyse des causes profondes

***RTO***: Rejected takeoff / Décollage interrompus

***SARP*** : Normes et pratiques recommandés

***SD*** : Standard Deviation / écart type

***SGS/SMS*** : Système de Gestion de Sécurité / Safety Management System

***SKO*** : Sièges-Kilomètres Offerts

***SMP*** : Groupe d'experts sur la gestion de la sécurité

***SPI*** : Security Performance Indicator/ Indicateur de performance de sécurité

## Liste des figures

Numéro de figure	Titre de la figure	Numéro de page
<i>Figure I.1</i>	<i>organigramme de la compagnie</i>	7
<i>Figure III.1</i>	<i>Le « triangle » de l'indicateur : stratégie traduite en objectif, processus d'action et acteur collectif</i>	18
<i>Figure III.2</i>	<i>Processus de création d'indicateurs</i>	19
<i>Figure III.3</i>	<i>Modèle de l'accident de Reason avec différentes typologies d'indicateurs (HSE, 2006)</i>	23
<i>Figure III.4</i>	<i>les pictogrammes</i>	25
<i>Figure III.5</i>	<i>Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés avec un graphique de courbes</i>	26
<i>Figure III.6</i>	<i>Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés à l'aide un graphique de courbes en aires</i>	26
<i>Figure III.7</i>	<i>Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés avec des Histogrammes regroupés</i>	27
<i>Figure III.8</i>	<i>Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés avec histogrammes cumulés</i>	27
<i>Figure III.9</i>	<i>Exemple de graphique en radar présentant le niveau d'appropriation d'un SMS (Cambon, 2007)</i>	28
<i>Figure III.10</i>	<i>Exemple de graphique en secteurs représentant la part du nombre d'accidents déclarés par millions d'heures travaillées selon les divisions d'une organisation</i>	29
<i>Figure III.11</i>	<i>Représentation graphique en bulles du nombre de décès en France par secteurs d'activités et effectifs</i>	29
<i>Figure III.12</i>	<i>processus du programme SPI</i>	31
<i>Figure III.13</i>	<i>Tableau de bord sous forme des graphes</i>	40
<i>Figure III.14</i>	<i>Tableau de bord sous forme d'un tableau</i>	41
<i>Figure IV.1</i>	<i>schéma d'Ishikawa (5M)</i>	44
<i>Figure IV.2</i>	<i>représentation de la méthode des « 5 pourquoi ? »</i>	45
<i>Figure IV.3</i>	<i>schéma d'Arbre des causes</i>	46
<i>Figure IV.4</i>	<i>représentation de la méthode ORION</i>	47

<i>Figure V.1</i>	<i>la fiche technique sur Excel</i>	<i>51</i>
<i>Figure V.2</i>	<i>un diagramme d'indicateur de performance de sécurité d'un SGS (avec les réglages d'alerte et niveau cible)</i>	<i>51</i>

**Liste des tableaux**

Numéro du tableau	Titre de tableau	Numéro de page
<i>Tableau I.1</i>	<i>la flotte d'Air Algérie</i>	<i>6</i>
<i>Tableau I.2</i>	<i>légende de l'organigramme</i>	<i>8</i>
<i>Tableau III.1</i>	<i>des exemples des SPI</i>	<i>23</i>
<i>Tableau III.2</i>	<i>Logigramme du processus d'un programme SPI</i>	<i>36</i>
<i>Tableau V.1</i>	<i>présentation des indicateurs de cette application</i>	<i>50</i>
<i>Tableau V.2</i>	<i>résumé des SPI à conséquences mineur (chapitre 5 appendice 6 du document 9859 de l'OACI)</i>	<i>53</i>
<i>Tableau V.3</i>	<i>Présentation des résultats</i>	<i>58</i>
<i>Tableau V.4</i>	<i>résumé des SPI de la période de surveillance</i>	<i>60</i>
<i>Tableau V.5</i>	<i>une analyse avec la méthode des « 5pouquoi ? »</i>	<i>61</i>

## INTRODUCTION GENERALE

L'OACI est consciente de l'augmentation des risques de la de l'aviation civile et elle a donc pris des mesures visant à assurer le transport aérien en toute sécurité. À cette fin, l'Organisation a adopté l'Annexe 19 sur la gestion de la sécurité, et les documents connexes, notamment le *Manuel de gestion de la sécurité MGS* (Doc 9859), constitueront une base solide pour la sécurité de l'aviation dans le monde.

L'Annexe 19, qui contient les SARP relatives aux responsabilités et processus sur lesquels repose la gestion de la sécurité par les États, a été adoptée par le Conseil le 25 février 2013 en application des dispositions de l'article 37 de la Convention relative à l'aviation civile internationale (Chicago, 1944). Ces SARP étaient basées sur les textes relatifs à la gestion de la sécurité que le Conseil avait à l'origine adoptés dans les Annexes 1, 6 (Parties 1, 2 et 3), 8, 11, 13 et 14 (Volume I), ainsi que sur les recommandations de la première réunion spéciale du Groupe d'experts sur la gestion de la sécurité (SMP) (Montréal, 13 – 17 février 2012).

Les États implantent leur PNS en accord avec les dispositions de l'OACI et les éléments indicatifs associés de façon à atteindre des niveaux de performance de sécurité acceptables, ainsi elles imposent aux exploitants de l'aviation générale (les compagnies aériennes) qui sont sous leur juridiction la mise en œuvre de SGS conformes aux normes de l'OACI. Les exploitants de l'aviation générale doivent se conformer aux règlements applicables sur les SGS, qui sont définis dans leur réglementation nationale.

Le SGS est un système de management, de gestion de l'organisation centré sur les risques, visé à définir et à maintenir des niveaux de sécurité acceptables dans l'ensemble du système de l'aviation civile. Il a d'abord pour objectif de mettre en place une approche intégrée de la sécurité en assurant la cohérence de tous ces éléments afin de fournir au dirigeant responsable les informations de sécurité nécessaires à la prise de décision au sein de la compagnie aérienne par un processus comprend l'application des principes de la gestion des risques par l'établissement d'indicateurs et de cibles permettant de déterminer les niveaux de performance acceptables pour leurs systèmes d'aviation. En tenant compte de la complexité de l'industrie aéronautique, une analyse de plusieurs indicateurs de sécurité est essentielle pour évaluer la performance de sécurité à l'échelle mondiale.

Pour faciliter les échanges d'information sur la sécurité au sein d'une compagnie aérienne (exemple : Air Algérie) , il est essentiel de définir des indicateurs clés de performance de sécurité, ainsi qu'une méthodologie de mesure de ces performances. L'OACI, les États membres et l'industrie aéronautique continueront de collaborer pour définir les métriques de la sécurité harmonisées, les besoins de données associés et les processus qui permettront d'intégrer les analyses de sécurité et d'assurer un développement constant des mesures qui en découlent.

Pour mener à bien ce travail, le mémoire contiendra les chapitres suivants :

Le premier chapitre sera consacré à l'organisme d'accueil la compagnie national Air Algérie.

Le deuxième chapitre traitera la mise en œuvre d'un SGS par une compagnie aérienne.

Les indicateurs de performance de sécurité et le tableau de bord seront détaillés dans le chapitre trois.

Le quatrième chapitre on énoncera la notion de l'analyse les causes profondes RCA

Une présentation des résultats obtenus par des indicateurs de performance de sécurité et une analyse des événements seront faits dans le chapitre cinq

# CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

## *1.1. Introduction*

**Air Algérie** (code IATA : AH ; code OACI : DAH) est la compagnie aérienne nationale algérienne. Elle fut créée en 1947, quand fut constituée la Compagnie Générale de Transport (C.G.T.), dont le réseau était principalement orienté vers la France.

Air Algérie est une société par actions au capital de 43 milliards de Dinars algériens (environ 403,4 millions d'euros)

Air Algérie, une compagnie résolument tournée vers la modernité, a réalisé en 2009 un chiffre d'affaire de 58,1 milliards de dinars, en progression de 7% par rapport à 2008 et un bénéfice de 4 milliards de dinars. La compagnie transporte annuellement près de 3,54 millions de passagers (sur ses lignes régulières, Hadj et Omra).

La flotte d'Air Algérie comporte 45 appareils dont 44 sont exploités pour le passage et 1 pour cargo. D'un âge moyen de 10.3 ans en janvier 2013.

## *1.2. Historique*

### *1.2.1 Naissance :*

La création d'Air Algérie s'effectue en deux temps. En 1946, se constitue la Compagnie Générale de Transport (C.G.T.), qui avec l'appui d'Air France se spécialise dans le transport de passagers et de fret entre la métropole et les villes d'Alger, Constantine et Oran, principales cités d'Algérie. Mais il faut attendre 1953 pour officialiser la naissance d'Air Algérie lorsque la Compagnie générale de Transport fusionne avec la Compagnie Air Transport pour devenir la « C.G.T. Air Algérie ».

Après l'indépendance de l'Algérie en 1962, l'Etat porte sa participation au capital d'Air Algérie (51% en 1963 et 83% en 1970) et le 15 décembre 1972, elle a décidé de porter sa participation à 100 % en rachetant les 17 % encore détenus par Air France et d'intégrer la Société de Travail Aérien (S.T.A.) à Air Algérie, qui devient la Société Nationale de Transport et de Travail Aérien Air Algérie en 1973.

### *1.2.2. Le développement de la compagnie :*

En 1983, Air Algérie emploie 6 900 personnes et dispose d'une flotte de 66 appareils (dont 18 Grumman AgCat de pulvérisation agricole). Elle est alors scindée en deux entités distinctes, l'une pour les opérations intérieures (I.A.S.), dont la desserte d'un réseau domestique de 24 escales, et l'autre pour les lignes internationales (34 escales en Afrique et en Europe occidentale et de l'est).

Air Algérie devient une société algérienne très importante par actions avec un capital de 2,5 milliards DA en 1997 et avec la libéralisation du transport aérien en 1998, le capital de la compagnie est porté à 6 milliards de dinars en 2000 et à 14 milliards de dinars en 2002 et il a atteint 43 milliards de dinars en 2007. Dans le but de s'élargir, la compagnie ouvre de nouvelles lignes de long courrier vers Montréal en 2007 et vers Pékin en 2009.

Air Algérie s'équipe de deux Boeing 737-700 C et de huit Boeing 737-800, la volonté d'Air Algérie de faire de l'Aéroport d'Alger - Houari Boumediène un hub avec comme objectif d'atteindre les 10 millions de voyageurs par an. Les axes prévus : un redéploiement vers l'Afrique qui va entrer dans sa phase active, mais aussi l'ouverture de nouvelles routes vers les États-Unis et l'Asie.

Le 2 avril 2015, Air Algérie réceptionne l'un des trois Airbus A330-200 commandés en 2014 dans le cadre de son plan de développement 2013-2017

### *1.2.3. Les incidents de la compagnie :*

**2003 :** Le 6 mars 2003, Air Algérie connaît le plus grave crash de son histoire : le Boeing 737-200 du vol d'Air Algérie n°6289 assurant la liaison entre Tamanrasset et Alger s'écrase à Tamanrasset juste après le décollage, faisant 102 morts et 1 survivant. Un tragique accident imputable à la déficience du moteur droit (le Boeing 737-200 étant équipé de deux réacteurs Pratt et Whitney).

**2006 :** Crash d'un avion-cargo d'Air Algérie (Italie), faisant trois morts.

**2014 :** Le 24 juillet 2014, un MD-83 de la compagnie aérienne espagnole Swiftair qui opérait pour Air Algérie le vol 5017, transportant 118 passagers au total de 16 nationalités différentes, dont 110 passagers et 6 membres de l'équipage (tous espagnols), qui assurait la liaison Ouagadougou-Alger disparaît des radars pour s'écraser 50 minutes après son décollage du Burkina Faso au nord du Mali, dans la région de Gossi, non loin de la frontière avec le Burkina.

**2015 :** Le 16 février 2015, un Airbus A330 du vol AH1004 en provenance d'Alger avec 132 passagers à bord rate son atterrissage à l'aéroport d'Orly et termine sa course dans l'herbe. L'incident n'a fait aucun blessé parmi les passagers et membres d'équipage.

### ***1.3. Activités***

Le réseau couvert par Air Algérie est de 96 400 km. Plus de 3 000 000 de passagers et près de 20 000 tonnes de fret sont transportés chaque année par la compagnie.

Le réseau international - quarante-cinq villes desservies dans trente pays en Europe, Moyen-Orient, Maghreb, Afrique et Amérique (Canada) - est adossé à un réseau domestique reliant 31 villes. Air Algérie a produit près de 5 milliards de sièges-kilomètres offerts (SKO) et a réalisé 3,3 milliards de passagers-kilomètres transportés (PKT).

Le groupe possède 150 agences réparties en Algérie et à l'international. En 2010, Air Algérie a transporté 3,5 millions de passagers. La compagnie s'adresse aux longs courriers: Une ligne Alger-Montréal est en service depuis le 15 juin 2007. À partir de février 2009, Elle relie Alger à Pékin à bord d'un Airbus A330-200.<sup>1</sup>

#### ***1.4. Organisation***

Parmi les actions structurantes du programme de mise à niveau, la réorganisation de l'entreprise constitue un élément déterminant en vue de son adaptation à l'environnement du transport aérien.

En effet l'organisation d'Air Algérie a été jusqu'à ce jour basée sur le modèle classique, où toutes les opérations sont intégrées dans une seule entreprise au sein d'une seule entité juridique, les différentes activités de l'entreprise sont gérées à travers des Divisions ou Directions.

Ce modèle représente l'organisation traditionnelle des compagnies aériennes nationales, qui regroupe dans une seule entreprise les opérations de vol avec des activités très diverses comme la maintenance, le catering, les opérations aéroportuaires,...

Les principaux inconvénients de ce modèle d'organisation sont :

- Les difficultés d'arbitrage dans l'affectation des ressources et des moyens vers les différentes structures.
- Une réactivité insuffisante face aux exigences de l'environnement.
- La diversité des activités empêche la concentration sur le métier de base qui est le transport aérien.

La solution alternative, de plus en plus fréquente, ces dernières années, est la création d'une structure de Groupe qui comprend une série de filiales spécialisées chacune dans des opérations bien spécifiques

Le modèle de Groupe présente des avantages importants car former des entités indépendantes spécialisées permet :

- La focalisation de chacune sur son domaine d'activité,
- Le choix de la meilleure organisation pour chaque filiale
- La transparence et l'établissement d'objectifs clairs

La détermination de niveaux de performance en fonction de benchmarks spécifiques.

Ces avantages offerts par une structure de type Groupe sont complétés par une plus grande flexibilité en matière d'alliances stratégiques, par un plus grand choix de partenaires potentiels et permet de mieux mesurer les résultats réels obtenus par chaque activité. Cette faculté élargit donc substantiellement le champ des partenaires potentiels. <sup>[2]</sup>

Le groupe AIR ALGERIE comprendrait notamment des filiales spécialisées dans les activités suivantes:

- Le cargo.
- Le Catering.
- La Maintenance.
- Ground handling
- Tour opérateur

### ***I.5. Flotte***

En janvier 2013, la flotte d'Air Algérie comprend les avions suivants, d'un âge moyen de 10.3 ans

**Tableau I.1 : la flotte d'Air Algérie**

<b>Type d'appareil</b>	<b>Nombre</b>
Airbus A 330 – 200	6
Boeing B 767 – 300	3
Boeing B 737 – 800	17
Boeing B 737 – 600	5
ATR 72-500	12
ATR 72-600	1
LHL 130	<b>1</b>
<b>Total flotte passagers</b>	<b>44</b>
<b>Total flotte CARGO</b>	<b>1</b>

## I.6. Organigramme administratif de la compagnie :

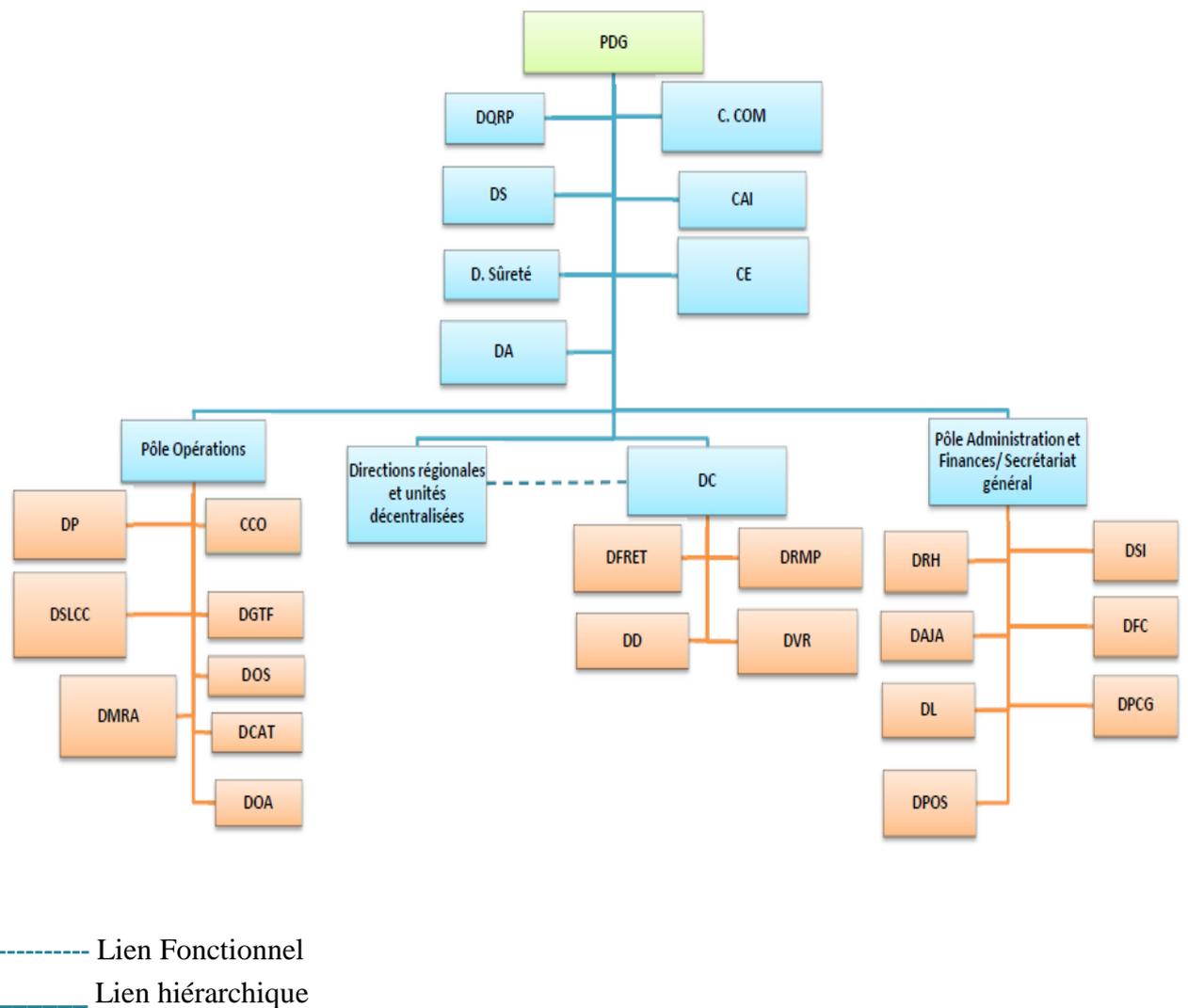


Figure I.1 : organigramme de la compagnie

**Tableau I.2 : légende de l'organigramme**

<b>LEGENDE</b>	
PDG	Président-Directeur Général
Pôle Opérations	Pôle Opérations
Pôle Administration et finances / Secrétariat Général	Pôle Administration et finances / Secrétariat Général
C. COM	Cellule communication
CAI	Cellule Accords Internationaux
DQRP	Direction Qualité et Refonte des Procédures
CE	Cellule environnement
DS	Direction Sécurité
D. Sureté	Direction Sureté
DA	Direction Audit
DMRA	Division Maintenance et réparation Aéronefs
DC	Division Commerciale
DP	Direction Programmes
CCO	Centre de Contrôle des Opérations
DGTF	Direction Gestion Technique de la Flotte
DSLCC	Direction Support Logistique Cellule de Crise
DOA	Direction des Opérations Aériennes
DOS	Direction des Opérations Sol
D. CAT	Direction Catering
DRMP	Direction Revenue Management et Pricing
DVR	Direction Ventes et Réseaux
DD	Direction Distribution
D. FRET	Direction Fret
DRH	Direction des Ressources Humaines
DAJA	Direction des Affaires Juridiques et des Assurances
DFC	Direction Finances et Comptabilité
DL	Direction Logistique
DPOS	Direction Promotion des OÈuvres Sociales
DSI	Direction des Services Informatiques
DPCG	Direction Planification et Contrôle de Gestion
DRCA	Direction Régionale Centre Alger
DROA	Direction régionale Ouest Algérien (ORAN)
DREA	Direction régionale Est Algérien (CONSTANTINE)
DRAAE	Direction régionale Est Algérien (ANNABA)
DRSA	Direction régionale Sud Algérien (OUARGLA)

## ***1.7. Direction sécurité***

Air Algérie, évoluant dans un environnement strictement réglementé, rend compte de ses méthodes de gestion de la sécurité et des risques à plusieurs instances nationales et internationales, elle est en permanence à jour et subit fréquemment des audits de sécurité passés avec succès.

Pour ce faire, La Direction de la sécurité veille à affiner les procédures liées à la sécurité, encourager les structures à former le personnel dans les différents métiers dans le domaine de la sécurité, sensibiliser tous les opérateurs à mettre en œuvre la politique compagnie en matière de sécurité et favoriser vivement le retour d'expérience et la culture sécurité.

## ***1.8. Conclusion***

Dans ce chapitre on a présenté d'une manière sommaire la compagnie national de transport aérien Air Algérie.

La dite compagnie nous a permis d'aborder le notion des indicateur de performance de sécurité SPI.

## CHAPITRE II : MISE EN ŒUVRE D'UN SGS PAR UNE COMPAGNIE AERIENNE

### *II.1. Introduction*

Le SGS a d'abord pour objectif de mettre en place une approche intégrée de la sécurité en assurant la cohérence de tous ces éléments afin de fournir au dirigeant responsable les informations de sécurité nécessaires à la prise de décision au sein d'une compagnie aérienne. De plus, le SGS dépasse la simple conformité réglementaire en prenant en compte les effets de l'adaptation de la compagnie et des acteurs à la variabilité des situations opérationnelles rencontrées pour remplir leurs fonctions.

Le SGS intègre non seulement une gestion réactive (analyse des évènements) et proactive (processus de traitement du retour d'expérience) de la sécurité mais aussi une approche « prédictive » qui recherche dans l'activité opérationnelle normale, les bonnes pratiques professionnelles et les indicateurs des évolutions non souhaitées de ces pratiques.

Ainsi le SGS repose sur quatre piliers, tel qu'il est défini dans le cadre SGS de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI). Ce cadre est destiné à constituer un guide rationnel pour l'élaboration et la mise en œuvre du SGS d'un fournisseur de services. <sup>[3]</sup>

### *II.2. Système de gestion de sécurité SGS*

#### *II.2.1. Définition de la sécurité :*

La sécurité est une situation dans laquelle les risques de lésions corporelles ou de dommages matériels sont limités à *un niveau acceptable* et maintenus à ce niveau ou à un niveau inférieur par un processus continu d'identification des dangers et de gestion des risques. <sup>[4]</sup>

#### *II.2.2. Définition du SGS :*

Le système de gestion de la sécurité est un outil qui permet de changer nos modes de pensées en matière de sécurité aérienne.

Le système de gestion de la sécurité est une approche systématique de la gestion de la sécurité, comprenant les structures, obligations de rendre compte, politiques et procédures organisationnelles nécessaires. <sup>[5]</sup>

#### *II.2.3. Les piliers du SGS :*

Comme tout système de gestion, un SGS a pour but de mettre en place, planifier et mesurer la performance. Un SGS fait partie intégrante de l'organisation de l'organisme, de la culture de la compagnie, de la façon de travailler du personnel de la compagnie.

La structure communément acceptée se décompose en quatre piliers, représentant les exigences minimales pour la mise en place d'un SGS:

**i. Politique de sécurité et organisation :**

Il faut, en premier lieu, s'assurer que l'ensemble des outils est en place et fonctionne : C'est le premier pilier d'un SGS « **Politique et objectifs de sécurité** ». Cette exigence implique une volonté exprimée du dirigeant responsable, des moyens, une structure au sein de la compagnie ou de l'organisme et l'assurance que les données récoltées seront uniquement utilisées à des fins de sécurité.

**ii. Gestion des risques :**

Le pilier « **Gestion du Risque** » vise à empêcher les événements ultimes (accidents, incidents graves). Pour cela on identifie les dangers qui mènent à des événements indésirables que l'on veut éviter ou réduire car contributifs aux événements ultimes. La compagnie aérienne recueille les informations sur l'apparition de ces événements indésirables. Il définit les actions qui lui permettent de les contrôler, c'est-à-dire de maintenir le risque à un niveau acceptable, le plus faible que l'on puisse raisonnablement atteindre.

**iii. Assurance du maintien de la sécurité :**

Le pilier « **Assurance du maintien de la Sécurité** » consiste à mesurer de manière continue l'efficacité du SGS, au travers d'indicateurs pertinents qui rendent compte du niveau de sécurité et du niveau de maîtrise du risque (effets des actions conduites). Une mise à jour des événements surveillés est menée dans ce cadre.

**iv. Promotion de la sécurité**

Enfin, le dernier pilier est la « **Promotion de la sécurité** ». Il comprend la diffusion des leçons tirées des analyses du SGS, la formation et l'information de l'ensemble des personnels ainsi que l'amélioration globale de la sécurité du transport aérien, notamment au travers du partage des bonnes pratiques. <sup>[3]</sup>

*II.2.4. Implantation du SGS :*

L'implantation du SGS de la compagnie aérienne est faite en quatre (04) phases conformément au Doc 9859 (3<sup>ème</sup> édition) de l'OACI.

**i. Phase 1 :**

- Identifier de Dirigeant responsable du SGS.
- Désigner une équipe de mise en œuvre de SGS.
- Définir la portée du SGS.
- Procéder à une analyse des écarts du SGS.
- Elaborer un plan de mise en œuvre du SGS.
- Créer un bureau de sécurité SGS.

- Etablir un programme de formation SGS.
- Mettre en place les voies de communication de SGS.

**ii. Phase 2 :**

- Etablir la politique et objectifs de sécurité.
- Définir les responsabilités et obligation en matière de la sécurité.
- Etablir comité de sécurité.
- Etablir des groupes d'action de la sécurité.
- Etablir un plan d'intervention d'urgence.
- Elaborer d'un manuel du SGS.

**iii. Phase 3 :**

- Etablir une procédure de comptes rendus volontaires de dangers.
- Etablir des procédures de gestion des risques de sécurité.
- Etablir des procédures de comptes rendus et d'enquêtes sur les événements.
- Etablir un système de collecte et traitement des données de sécurité pour les résultats dont les conséquences sont importantes.
- Etablir des indicateurs de performances dont les conséquences sont importantes, et les cibles et niveaux d'alerte associés.
- Etablir une procédure de gestion du changement.
- Etablir un programme interne et externe d'audit de qualité.

**iv. Phase 4 :**

- Renforcer la procédure politique disciplinaire existante.
- Intégrer les dangers révélés par les comptes rendus d'enquêtes sur les événements dans le système de comptes rendus volontaires de dangers.
- Intégrer les procédures d'identification des dangers et de gestion des risques dans le SGS du sous-traitant ou client, selon le cas.
- Renforcer le système de collecte et traitement des données de sécurité afin d'y inclure les événements dont les conséquences sont plus faibles.
- Elaborer des indicateurs de performances dont les conséquences sont plus faibles, et les cibles et niveaux d'alerte associés.
- Etablir des programmes d'audit du SGS.
- Etablir d'autres programmes opérationnels d'examen/enquêtes du SGS, selon le cas.
- S'assurer que le programme de formation SGS pour tout le personnel pertinent a été achevé.
- Promouvoir le partage et l'échange de l'information de sécurité à l'interne et l'externe. <sup>[6]</sup>

## ***II.3. Niveau acceptable de performance de sécurité (AloSP)***

### ***II.3.1. Définition***

Niveau minimum de performances de sécurité de l'aviation civile dans un État, comme défini dans son programme national de sécurité, ou dans celui d'un prestataire de services, comme défini dans son système de gestion de la sécurité, exprimé en termes d'objectifs de performance de sécurité et d'indicateurs de performance de sécurité. <sup>[4]</sup>

### II.3.2. Relation entre le niveau de sécurité et les indicateurs de performance :

Le résultat, en matière de performances de sécurité, de l'introduction d'éléments fondés sur les performances au sein d'un cadre SGS, ou en complément d'un cadre SGS, ne devrait pas être plus mauvais que celui d'un cadre réglementaire existant, purement prescriptif. Pour évaluer une telle « équivalence » ou contrôler que cette équivalence est vraiment le cas, il devrait y avoir des indicateurs de sécurité pour surveiller l'issue générale des événements (occurrences de non-conformité) du système/processus concerné pour lequel l'élément fondé sur les performances aura été introduit.

Par un tel processus de comparaison, les performances « de référence » promise en œuvre pourront être vérifiées par rapport aux performances post-mise en œuvre, pour voir si un niveau de performance « équivalent » a été maintenu. Si la performance post-mise en œuvre se révèle meilleure, alors un « meilleur » niveau de performance aura en fait été manifesté. S'il y a dégradation de la performance du système, le fournisseur de services devrait travailler conjointement avec le réglementeur pour vérifier les facteurs causaux et prendre les dispositions appropriées ; celles-ci pourront comprendre la modification de la spécification fondée sur les performances elle-même ou, au besoin, le rétablissement de spécifications prescriptives de base.<sup>[7]</sup>

## **II.4. Indicateurs de performance de sécurité SPI**

### II.4.1. Définitions :

**Indicateur de performance de sécurité** est un paramètre de sécurité basé sur des données qui est utilisé pour surveiller et évaluer les performances de sécurité.<sup>[4]</sup>

**Objectif de performance de sécurité** est objectif planifié ou voulu à atteindre sur une période donnée, par rapport à un ou des indicateurs de performance de sécurité.<sup>[5]</sup>

**Performance de sécurité.** Réalisation en matière de sécurité d'un État ou d'un prestataire de services, définie par ses objectifs de performance de sécurité et ses indicateurs de performance de sécurité.<sup>[4]</sup>

Dans la pratique, la performance de sécurité d'un SGS est exprimée par les indicateurs de performance de sécurité et leurs valeurs d'alerte et de cibles correspondantes.

### II.4.2. Intérêts des SPI pour la compagnie aérienne :

- Détermination de la conformité du fonctionnement de système aux attentes de conception.
- Surveillance des risques de sécurité connus.
- Détection des risques de sécurité émergents
- Détermination des mesures correctrices éventuelles à prendre.
- Présentation des preuves objectives pour que le régulateur puisse évaluer l'efficacité du SGS de la compagnie aérienne et suivre la réalisation de ses objectifs de sécurité.

#### II.4.3. Les facteurs considérés par les SPI :

Les indicateurs de performance de sécurité de la compagnie aérienne considèrent des facteurs comme **la tolérance de risques** de sécurité de l'organisation, les **coûts/avantages** de la mise en œuvre d'améliorations du système, les **exigences réglementaires** et **les attentes du client**. Et pour cela, les SPI reposent essentiellement sur les trois axes suivants :

- i. Des indicateurs sur **les conséquences d'exploitation** (retard important, retour parking, QRF, déroutement, ...)
- ii. Indicateurs sur **les risques majeurs** nécessitant un suivi particulier (Sortie de piste, collision au sol, Approche instables, Hard landing...)
- iii. Des indicateurs liés aux **retours d'informations** de/vers le personnel (nombre de rapports reçu par mois/an, délais de communication des mesures prises suite aux risques déterminés,...).

#### II.4.4. Le processus d'élaboration des SPI :

Les indicateurs de performance de sécurité devraient être choisis et élaborés en consultation avec l'autorité de réglementation de la compagnie aérienne.

Les indicateurs de performance de sécurité et cibles associés devraient être acceptés par l'État responsable de l'autorisation, de la certification ou de la désignation de la compagnie aérienne. Les indicateurs de performance de sécurité sont complémentaires à toute exigence légale ou réglementaire et ne dégagent pas la compagnie aérienne de ses obligations réglementaires. Les objectifs de sécurité peuvent prendre la forme d'un bref énoncé décrivant en termes généraux les attentes de la compagnie.

Ce processus est nécessaire afin de faciliter le regroupement et l'harmonisation par le régulateur des indicateurs de performance de sécurité du prestataire de services pour le même secteur d'aviation.

#### II.4.5. Le niveau d'alerte :

L'établissement d'un niveau d'alerte pour un indicateur de sécurité est utile pour la surveillance des risques. Un niveau d'alerte est un critère commun pour distinguer les zones de performance acceptables des zones inacceptables d'un indicateur de sécurité donné. Selon la littérature sur la mesure de la sécurité, une méthode objective fondamentale pour établir les critères d'alerte hors contrôle (OOC) est l'utilisation du principe de l'écart type. Cette méthode tient compte de l'écart type et des valeurs moyennes des points de données historiques précédents pour un indicateur de sécurité donné. Ces deux valeurs sont alors utilisées pour établir le niveau d'alerte pour la prochaine période de surveillance de l'indicateur.<sup>[8]</sup>

#### *II.4.6 Le suivi des indicateurs de performance de sécurité :*

Une fois que les indicateurs de performance de sécurité et leurs niveaux cibles et niveaux d'alerte correspondants ont été définis, le résultat de performance de chaque indicateur est actualisé et surveillé régulièrement. Le niveau cible et le niveau d'alerte de chaque indicateur peuvent être suivis en termes de leur état respectif de performance. Un récapitulatif de la performance globale des cibles et des alertes de l'ensemble des indicateurs de performance de sécurité peut également être compilé/agrégé pour une période de surveillance donnée. Des valeurs qualitatives (satisfaisant/insatisfaisant) peuvent être attribuées pour chaque « cible atteinte » et chaque « niveau d'alerte non franchi ». Autrement, des valeurs numériques (points) sont utilisées pour donner une mesure quantitative de la performance globale de l'ensemble des indicateurs.

La compagnie aérienne surveille la performance des indicateurs actuels dans le contexte des tendances historiques, afin de repérer tous changements anormaux de la performance de sécurité. <sup>[9]</sup>

#### **II.5. Conclusion**

Un SGS est une approche systématique de gestion de sécurité a pour but de mettre en place, planifier et mesurer la performance. Selon l'OACI, son implémentation dans une compagnie aérienne est faite en quatre phases.

Le SGS se décompose en quatre piliers, représentant les exigences minimales pour le mettre en place.

## CHAPITRE III : LES INDICATEURS DE PERFORMANCE DE SÉCURITÉ ET TABLEAU DE BORD

### *III.1. Les indicateurs de performance de sécurité SPI : éléments de définition*

#### *III.1.1. Le concept d'indicateur :*

La racine étymologique du mot indicateur est issue du latin « indico » qui signifie indiquer, dénoncer, révéler une chose ou quelqu'un. Dans un contexte contemporain, le terme indicateur peut être utilisé de façons différentes, ce qui signifie que plusieurs définitions existent. Selon le Robert (2011)<sup>[10]</sup>, il existe cinq significations différentes :

- «– Personne qui se met à la solde de la police pour la renseigner ;
- Livre servant de guide ou d'horaire ;
- Instrument fournissant une indication sur une mesure ;
- Corps qui change de couleur après une réaction chimique ;
- Variable (économique) dont certaines valeurs sont significatives d'un état ou d'un phénomène. »

De manière très générale, l'indicateur peut être défini comme un élément, une information qui fournit des indications, des renseignements sur la valeur d'une grandeur mesurée (Larousse, 2012). L'information quant à elle, est une donnée ou un ensemble de données articulées de façon à construire un message qui fasse sens (Pesqueux, 2005).<sup>[11]</sup>

Les informations fournies par les indicateurs mesurent les écarts entre les résultats obtenus et les objectifs visés en termes de management. Ils facilitent ainsi la compréhension des situations observées et la prise de décision pour la mise en place ou non d'actions appropriées dans le cas de situations déviantes aux situations attendues.

Selon A. Fernandez<sup>[12]</sup>, un indicateur peut être une information pouvant être étudiée selon deux facettes en se rapprochant de la notion linguistique du "signifiant" et du "signifié".

- Le signifiant concerne le signe en lui-même de l'indicateur, sa représentation.
- Le signifié correspond au contenu sémantique, au concept ou bien encore à la représentation mentale de l'information délivrée.

Les supports de communication peuvent être sous forme numérique (valeur absolue ou relative) ou bien graphique (histogrammes, courbes, etc.) ou encore selon différents codes couleurs. Le moyen d'expression ou de représentation correspond donc au signifiant de l'information véhiculée.

Les indicateurs permettent donc de mieux apprécier l'atteinte des objectifs d'un système. L'atteinte ou non des objectifs définis conduit à s'intéresser aux concepts de performance et d'indicateurs de performance.

### III.1.2. Le concept de performance :

Il existe plusieurs définitions de ce qu'est la performance. Une première définition de Lorino (1995)<sup>[13]</sup> assimile la performance au couple valeur / coût ;

- La valeur correspondant au montant de revenu que les clients sont prêts à sacrifier pour bénéficier d'un bien.
- Les coûts aux ressources « détruites » pour assurer la production d'un bien.

Lorino propose une seconde définition plus générale sur ce qui peut être caractérisé de performant : « *tout ce qui, et seulement ce qui, contribue à atteindre les objectifs définis* ».

L'évaluation de la performance, quant à elle, peut incorporer une certaine part de subjectivité étant donné qu'elle est relative aux objectifs définis et qu'elle ne représente qu'une certaine part de la réalité observée. Cette évaluation de performance se concrétise par la construction d'indicateurs de performance.

### III.1.3. Le concept indicateur de performance :

Selon le degré d'importance accordé à un indicateur ou un groupe d'indicateurs dans le système de gestion de sécurité, ces derniers pourront être qualifiés d'indicateurs de performance « clés » (*Key Performance Indicator*). Ce sont les indicateurs prépondérants dans le système de suivi et de contrôle de la performance.

#### ***a. Les trois dimensions des indicateurs de performance :***

Selon Lorino (2001)<sup>[14]</sup>, la pertinence et la qualité des indicateurs de performance s'évaluent selon trois dimensions :

##### **i. La pertinence stratégique de l'indicateur**

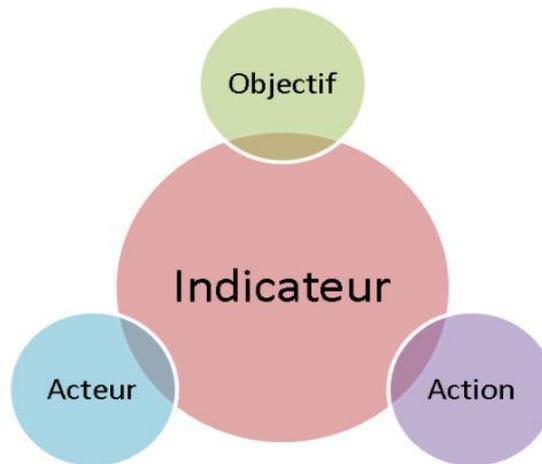
L'indicateur doit être associé à un objectif stratégique à atteindre. Il informe du bon déroulement ou non d'une action qui participe à l'atteinte des objectifs. Un indicateur inadapté à l'objectif visé peut être contre-productif et peut engendrer des dérives.

##### **ii. La capacité cognitive**

La qualité d'un indicateur repose sur sa capacité cognitive. L'indicateur doit permettre de « faire signe », de facilement orienter l'acteur, ou plus généralement le groupe d'acteurs, à agir et comprendre les facteurs de réussite ou d'échec. A sa lecture, le ou les décideurs doivent être en capacité de pouvoir et inciter à agir.

##### **iii. La pertinence opérationnelle**

Le critère d'évaluation de la qualité d'un indicateur est sa pertinence opérationnelle. Cela consiste à vérifier que les mesures effectuées soient les résultats d'un type d'action précis et identifié, que les données utilisées soient dignes de confiance. La pertinence opérationnelle d'un indicateur concerne donc la validité des résultats. La relation entre indicateur et action se doit d'être unidirectionnelle : de l'action vers l'indicateur. L'indicateur est déduit à partir du choix de l'action (l'indicateur n'a d'utilité que pour piloter l'action et son résultat) et non l'inverse. Les indicateurs de performance interagissent donc avec trois composantes : **les objectifs induits par la stratégie, les acteurs qui sont les destinataires des informations, et les actions mises en place par les acteurs pour l'atteinte des objectifs.**



**Figure III.1 : Le « triangle » de l'indicateur : stratégie traduite en objectif, processus d'action et acteur collectif (Lorino, 2001)**

***b. Les critères caractéristiques :***

Fernandez (2005) <sup>[15]</sup> complète cette liste de caractéristiques avec deux autres critères :

- Un indicateur de performance doit être facile à construire, aucune difficulté majeure ne doit handicaper sa réalisation.
- Les informations délivrées doivent être actualisées selon un cycle qui est propre et adapté à chaque indicateur de performance pour permettre une prise de décision réellement efficace.

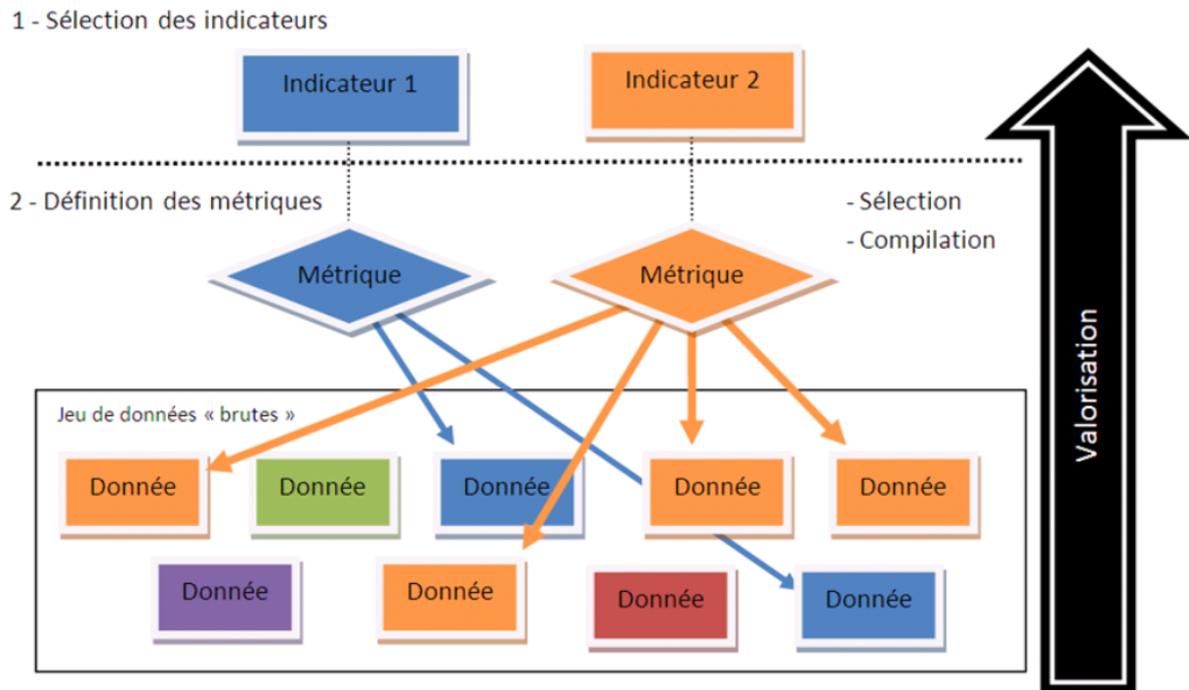
***III.2. Construction, typologie, nature et représentation d'indicateur***

***III.2.1. Introduction :***

Cette section traite tout d'abord de la méthode de construction des indicateurs : les étapes pour la capitalisation et la valorisation de données « brutes » pour la création d'information et *in fine* d'indicateurs. Ensuite, sont présentées, les natures et typologies d'indicateurs. Enfin, différents modes et dispositifs de représentations pour la restitution et la communication des informations sont décrits.

***III.2.2. La construction d'indicateur :***

Pour favoriser la prise de décision, les indicateurs doivent délivrer des informations pertinentes. Les données de la compagnie sont traitées et valorisées pour être mises en forme (Figure III.2). Généralement, ces étapes se réalisent en concertation avec l'ensemble des bénéficiaires de l'indicateur.



**Figure III.2 : Processus de création d'indicateurs**

Les données pertinentes sont préalablement identifiées et sélectionnées parmi le jeu de données brutes disponibles. Si les données nécessaires ne sont pas présentes, des mesures devront être réalisées. La mesure est l'opération qui consiste à donner une valeur à une observation ou bien encore qui consiste à quantifier quelque chose que l'on peut observer.

A partir de ce jeu de données, les métriques sont établies. Le terme métrique vient de l'anglicisme du mot *metric* et se réfère aux méthodes de mesures et de construction d'indicateurs. Cela consiste à rassembler l'ensemble des mesures afin de faciliter les quantifications selon des caractéristiques particulières. La définition de la métrique est un élément clé dans la construction d'un indicateur, puisqu'elle définit l'unité de mesure, les méthodes de compilation de données ou encore le seuil d'acceptabilité de la fiabilité de la mesure.

La compilation des données pour la construction d'indicateurs est une opération de mise en forme qui se réalise avec l'utilisation de règles de construction. Ces règles sont généralement un traitement statistique ou bien mathématique (moyenne, somme, écart types, etc.) et se définissent collectivement entre les utilisateurs, qui pourront à tout instant modifier, supprimer ou bien ajouter de nouvelles règles. Ces modifications et évolutions sont fonction de l'apprentissage de l'équipe pour l'enrichissement de la base commune (Fernandez, 2007).<sup>[12]</sup>

Les métriques et *in fine* les indicateurs ainsi construits ne représentent pas un état en soit, mais plutôt une certaine vision ou représentation de la réalité, sous forme de données statistiques. Ils fournissent une représentation synthétique (mais partielle) de l'ensemble des données sélectionnées.

### III.2.3. Nature et typologie des indicateurs

#### **a. Introduction**

Cette sous-section traite de la nature et de la typologie des indicateurs. Les indicateurs peuvent être classés selon deux grandes natures : *les indicateurs quantitatifs* et *les indicateurs qualitatifs*. Parmi les indicateurs quantitatifs, ils convient de décrire les différents types numériques qui peuvent être utilisés. La deuxième partie est consacrée aux types d'indicateur.

La littérature traite abondamment des différentes typologies d'indicateurs. Selon le domaine de gestion, les appellations des différents types d'indicateurs peuvent varier. Cependant il existe de nombreuses appellations pouvant avoir la même signification. Deux grandes catégories d'indicateurs semblent se dégager, *les indicateurs prédictifs (leading indicator)* et *les indicateurs réactifs (lagging indicator)*.

Les raisons des différentes appellations sont ainsi énoncées. La place, l'importance et le type d'activités mesurées par l'indicateur dans le système de gestion de la Sécurité sont discutés.

#### **b. La nature des indicateurs**

##### **❖ Les indicateurs quantitatifs :**

Les indicateurs quantitatifs servent à quantifier une mesure. Une comptabilisation crée la mesure et elle est donc directement transposable en indicateur, la mesure fait l'indicateur. Un indicateur quantitatif peut aussi être exprimé sous forme relative. Pour relativiser et exprimer des mesures quantitatives, plusieurs expressions numériques peuvent être utilisées :

##### **i. Forme Ratio :**

Cette forme permet d'exprimer des relations d'ordre de grandeur entre des éléments qui peuvent être ou ne pas être de même nature. Il peut s'écrire selon plusieurs formes et contrairement à des pourcentages, il ne s'exprime pas en considérant l'ensemble, mais simplement un ordre de grandeur entre deux éléments distincts. Il s'exprime toujours avec les natures des éléments comparés si ces derniers ne sont pas identiques.

*Exemple :*

- Le ratio d'accident non déclarés par rapport aux accidents déclarés serait de 1 pour 4.
- Le ratio d'accidents majeurs par rapport aux accidents mineurs serait de 1 pour 10.

##### **ii. Forme Taux :**

Un taux est un ratio qui combine des mesures de natures différentes.

*Exemple :*

- L'indicateur : Nombre de croisements hors norme pour 100 000 vols
- Mode de calcul de l'indicateur : « Nombre de croisements avec séparation inférieure à 50 % de la norme » divisé par « Nombre total de vols aux instruments (IFR) contrôlés » et rapporté à 100 000 vols.

### **iii. Forme Indice :**

L'indice est un ratio, car c'est aussi un nombre sans dimension qui exprime un rapport entre deux éléments. Cependant dans de nombreux domaines, l'indice d'une grandeur se réfère à la valeur de cette grandeur au cours d'une période courante et sa valeur au cours d'une période de base. Il reflète ainsi la variation relative de la valeur entre la période de base et la période courante. Les indices permettent donc de calculer et de comparer facilement les évolutions de plusieurs grandeurs entre deux périodes données.

*Exemple :* nombre de décollage interrompu du moi courant par rapport au nombre de décollage interrompu du moi précédé.

#### ❖ Les indicateurs qualitatifs :

La relation entre indicateurs qualitatifs et quantitatifs peut être mixte puisque les mesures qualitatives peuvent servir à la construction d'indicateurs quantitatifs et inversement. Pour cela, il faut distinguer la nature de la donnée du type d'analyse effectué (Deslauriers et Kérisit, 1997) <sup>[16]</sup>. Ainsi, des données quantitatives peuvent être analysées sous forme quantitatives et peuvent aussi l'être sous forme qualitative. Par exemple, le nombre de participants à une formation sur les premiers secours (donnée quantitative) peut être analysé sous forme quantitative (expression en pourcentage du nombre de participant par rapport au nombre total de salariés, données brutes, etc.) et peut l'être aussi sous forme qualitative en codifiant la mesure selon différents niveaux (participation forte, moyenne, faible). Inversement, les réponses qualitatives d'un questionnaire utilisant l'échelle de Likert <sup>[17]</sup> peuvent être exprimées sous forme quantitative (60% d'approbations fortes, 20% de rejet total, etc.).

#### *c. la typologie des indicateurs*

##### ❖ Les indicateurs réactifs:

Les indicateurs réactifs sont des indicateurs dits « indicateur de résultat », a posteriori. Ils sont parfois aussi appelés indicateurs « d'effet », « d'impact », « d'efficacité » ou bien encore de « retombée ». Ces mesures réactives permettent d'apprécier l'impact des actions entreprises pour gérer la sécurité et sont parfois aussi appelées « indicateurs retardés ». Ils mesurent le niveau de performance d'une entreprise avec un décalage temporel.

Ils ne peuvent pas donner des informations sur le niveau actuel de performance du Système de Management de la Sécurité. Ces indicateurs réactifs sont utilisés pour enquêter, analyser les défaillances : les accidents de travail, les maladies professionnelles, les incidents graves, etc.

Les indicateurs d'impact sont conçus pour contribuer à évaluer si les actions en matière de sécurité (politiques, procédures et pratiques) atteignent les résultats souhaités et si de telles actions réduisent la probabilité d'occurrence d'un accident et/ou les effets néfastes pour la santé humaine, l'environnement et/ou les biens en cas d'accident. <sup>[18]</sup>

### ❖ Les indicateurs prédictifs :

Les indicateurs prédictifs (*leading indicator*) sont des indicateurs qui informent d'un changement avant que l'économie même n'ait changé (Wreathall 2009).<sup>[19]</sup>

Il existe aussi de nombreuses appellations pour ces types d'indicateurs. Elles sont toutes liées à l'aspect temporel et causal des systèmes de management. C'est pour cela qu'ils sont parfois appelés indicateurs « prospectifs », « prédictifs », ou bien « anticipatifs ».

En opposition avec les indicateurs réactifs, les indicateurs prédictifs fournissent des informations sur le niveau de performance d'un SMS avant qu'un accident ou incident ne se produise (Baker, 2007).<sup>[20]</sup>

Ils mesurent souvent les performances en matière de sécurité par rapport à un niveau de tolérance qui indique des déviations par rapport aux attentes en matière de sécurité à un certain moment. Lorsqu'ils sont utilisés de cette manière, les indicateurs d'activités soulignent le besoin d'action lorsque le niveau de tolérance est dépassé.<sup>[18]</sup>

Les indicateurs d'activités (avancés) sont conçus pour aider à identifier si les compagnie/organisations mènent les actions considérées nécessaires pour réduire les risques (par ex. les types de politiques, procédures). Ils fournissent aux compagnies un dispositif pour vérifier, de manière régulière et systématique, si elles exécutent les actions prioritaires de la manière prévue. Ils sont plus particulièrement destinés à apprécier l'effort de prévention consenti par la compagnie aux différents niveaux de responsabilités.

### ❖ La définition de typologie d'un indicateur dans le SGS :

Retenons que ces différents intitulés et appellations viennent principalement de la nature du système de gestion considéré et de la prépondérance accordée à l'indicateur. Selon qu'un indicateur de performance soit une entrée (input) ou bien une sortie (output) en relation avec un certain objectif, il peut être soit considéré comme *leading indicator* ou bien *lagging indicator*. Un indicateur spécifique peut être considéré comme réactif (*lagging*) en lien avec un objectif, alors qu'il peut être considéré comme prédictif (*leading*) pour un autre objectif (Erikson, 2009).<sup>[21]</sup>

Ainsi, selon le modèle de l'accident de Reason (1997)<sup>[22]</sup>, les barrières de défense en profondeur face aux dangers peuvent être considérées comme des indicateurs prédictifs du point de vue global au système, alors que les conditions latentes ou erreurs actives présentes à chacune de ces barrières peuvent être vues comme des indicateurs de réactifs sur les défauts ou bien imperfections de chacun des systèmes de protection (Figure III.3).

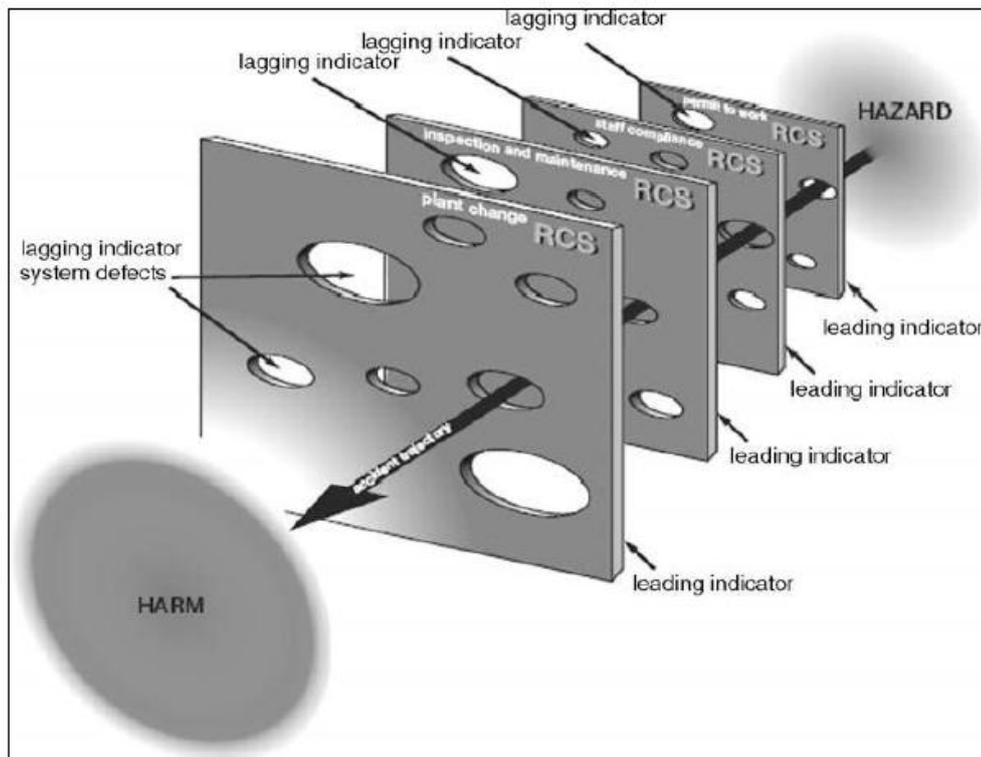


Figure III.3 : Modèle de l'accident de Reason avec différentes typologies d'indicateurs (HSE, 2006)<sup>23</sup>

III.2.4. Exemples des indicateurs avec leurs natures, typologie, et les métriques associées :

Tableau III.1 : des exemples des SPI

Domain	SPI	Métrique	Nature	Typologie
Opérations aériennes	Nombre d'erreur en masse et centrage	Erreur grave/ négligeable	Qualitatif	Réactif
	Nombre d'erreur en masse et centrage	N° d'erreur en masse et centrage/ N° de vols par moi	Quantitatifs	Réactif
	Nombre d'écart par rapport au plan de vol pour cause d'une mauvaise préparation de vol	Nombre d'écart par rapport au plan de vol pour 10000 de vol	Quantitatifs	Réactif

Domain	SPI	Métrique	Nature	Typologie
Navigabilité continue	Niveau de retard moyen par vol pour cause ATC	Nombre de vols retardés plus de 15 minutes pour cause ATC/ N° total de vols retardés de plus de 15 minutes	Quantitatif	Réactif
	Nombre de croisements hors norme pour 100000 de vols	N° de croisements avec séparation inférieure à 50% de la norme / 100000 de vols	Quantitatif	Réactif
Organisme de maintenance	Tests fonctionnels insatisfaisants après l'entretien par test de fonction	(N ° de tests fonctionnels (moteurs, équipements ou des essais en vol, etc.) après la maintenance où les conditions insatisfaisantes ont été détectés (paramètres inappropriés) / N ° de tests fonctionnels)	Quantitatif	Réactif
	Les rapports d'incidents ou des dangers liés à la maintenance par inspection	(N ° de rapports d'incidents ou des dangers liés à la maintenance / N ° d'inspections réalisées)	Quantitatif	Réactif
Personnel	Contrôle de compétence par flotte/ mois	Heure de vol (mensuel)	Quantitatif	Réactif
	Nombre de participant aux cycles de formation en matière de sécurité	Participation faible/ forte/ moyenne	Qualitatif	Réactif
Efficacité du SGS	Nombre de changement dans les programmes de formation après l'analyse d'un rapport interne de sécurité	Changement majeur/ mineur	Qualitatif	Prédictif
	% de mise en œuvre des objectifs du plan réussite	(N ° de la mise en œuvre des objectifs du plan atteints / N ° objectifs du plan de mise en œuvre) * 100	Quantitatif	Prédictif

### III.2.5. Représentation graphique des indicateurs

#### **a. Introduction :**

Indépendamment de la nature et de la typologie des indicateurs, le sens des informations communiquées peut prendre des formes diverses et s'appuyer sur des dispositifs techniques variés. Il s'agit ici de décrire les principaux types de représentations graphiques qui peuvent faciliter la communication de l'information selon le type de messages à transmettre.

La matérialisation numérique d'un indicateur peut prendre diverses formes. Pour augmenter la capacité cognitive des indicateurs, ces derniers sont généralement représentés à l'aide de dispositifs graphiques. La représentation est en quelque sorte une matérialisation graphique de ce que l'indicateur veut indiquer. Une mauvaise représentation peut altérer le message à transmettre et la diffusion de signaux auprès des gestionnaires et par conséquent leur capacité à agir ou réagir.

#### **b. L'utilisation des couleurs et des symboles :**

L'utilisation de codes couleur peut faciliter l'identification des situations normales et anormales par les gestionnaires. Selon le principe d'un feu et par habitude, la couleur verte est généralement associée à une situation normale ou une action accomplie, alors que la couleur rouge est utilisée pour les situations anormales ou dégradées qui nécessitent une intervention, ou bien une action non lancée. Entre ces deux états, la couleur orange est utile pour requérir la vigilance du décideur sans pour autant nécessiter forcément une action immédiate ou pour représenter une action non lancée.

Selon cette même logique, des pictogrammes ou symboles sont employés pour caractériser l'information. L'emploi de flèches colorées facilite la lecture de tendance sur les évolutions des résultats de mesure.



**Figure III.4 : les pictogrammes**

#### **c. Représentations graphiques :**

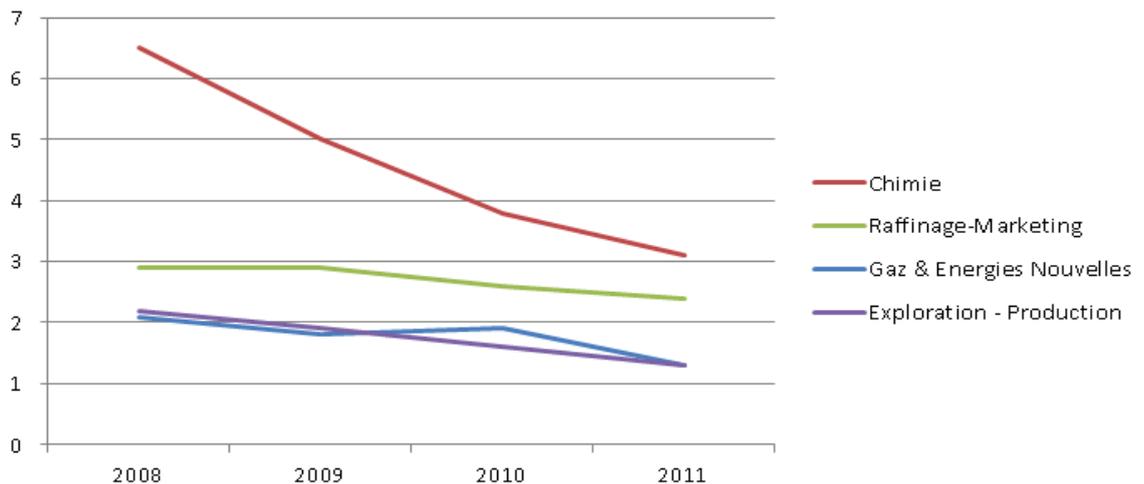
Les indicateurs de mesures quantitatives sont représentés sous diverses formes graphiques. Ces types de représentations permettent bien souvent de juxtaposer les valeurs mesurées et les objectifs désirés afin de mieux apprécier les écarts et les actions à mettre en œuvre. Ils permettent aussi de définir plusieurs seuils intermédiaires afin de discrétiser les mesures, et ainsi passer d'une mesure quantitative à une mesure qualitative. Ainsi, une information numérique pourra être classée selon différents seuils et catégories.

Selon le type d'aide à l'analyse que l'on souhaite établir, certains types de représentations sont plus à même d'être utilisés.

### i. Les graphiques courbes « simple » :

Ainsi, les graphiques courbes semblent les plus adaptés pour une visualisation de l'évolution de résultats au cours du temps à des fins de comparaison. Ces types de graphiques offrent une large palette de possibilités et variantes : juxtaposition de plusieurs courbes, mise en exergue de l'écart par rapport aux objectifs, etc.

- *Exemple :*

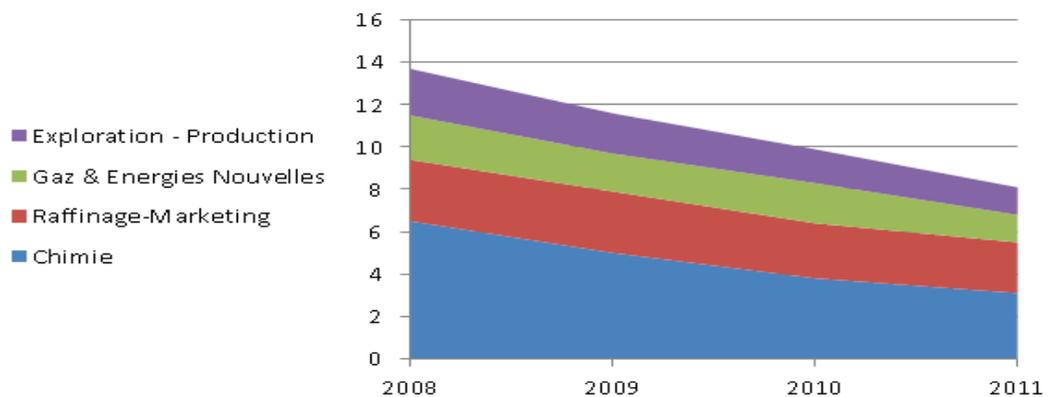


**Figure III.5 : Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés avec un graphique de courbes**

### ii. Les graphiques courbes « en aires cumulées » :

Le graphique des courbes en aires cumulées (voir Figure III.6) permet de visualiser les variations des indices d'accidents au cours du temps et d'apprécier la part de chacune des divisions du groupe. Contrairement au graphique courbe « simple » (Figure III.5), ce graphique permet de voir rapidement sans opération de calcul mental, l'évolution de l'indice global d'accidents déclarés pour l'ensemble du groupe Total

- *Exemple :*

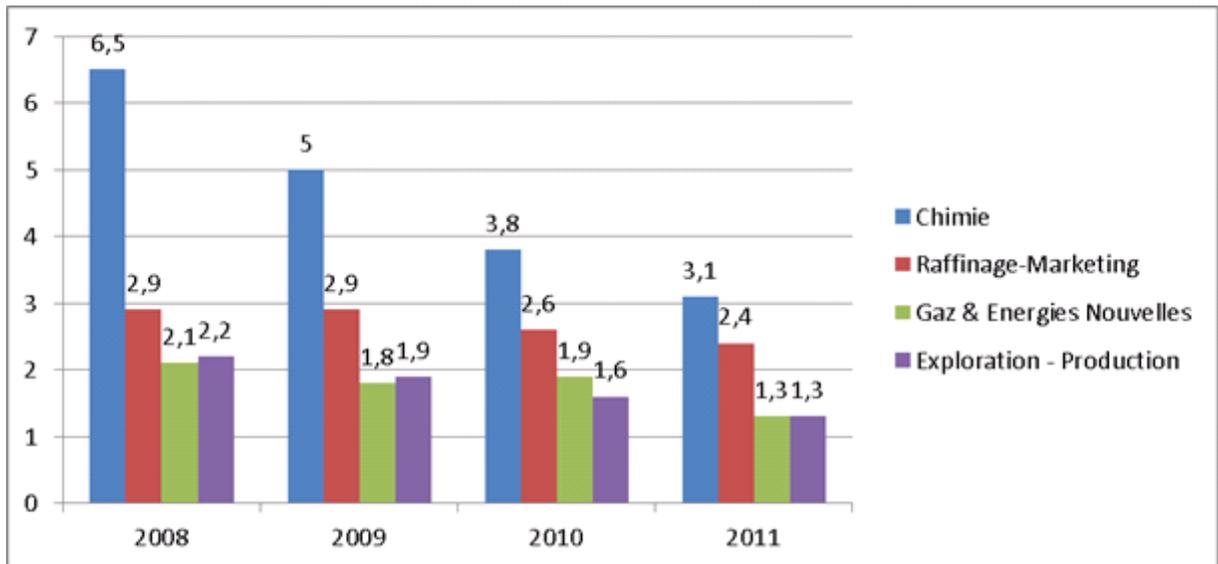


**Figure III.6 : Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés à l'aide un graphique de courbes en aires**

### iii. Les graphiques en histogramme :

Les graphiques en histogramme illustrent les variations des données sur une période ou favorisent la comparaison des différentes catégories. Les catégories sont en général indiquées sur l'axe horizontal et les valeurs sur l'axe vertical. Les séries de données sont affichées de façon groupées (Figure III.7) ou bien sous forme cumulées (Figure III.8).

- Exemples :



**Figure III.7 : Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés avec des histogrammes regroupés**



**Figure III.8 : Représentation de l'évolution des indices des accidents de travail déclarés avec histogrammes cumulés**

#### iv. Les graphiques en radar :

Un autre type de représentation communément utilisé est le graphique en radar ou en « toile d'araignée ». Ce type de graphique permet de tracer les valeurs de chaque catégorie le long d'un axe distinct qui commence au centre du graphique et se termine sur l'anneau extérieur (Figure 8). Il intègre autant d'axes que de catégories. Ces dernières peuvent représenter différents axes de mesure ou bien les périodes d'un cycle complet (afin de visualiser une évolution au cours du temps). Les valeurs des séries sont reliées entre elles en formant un polygone.

- *Exemple :*

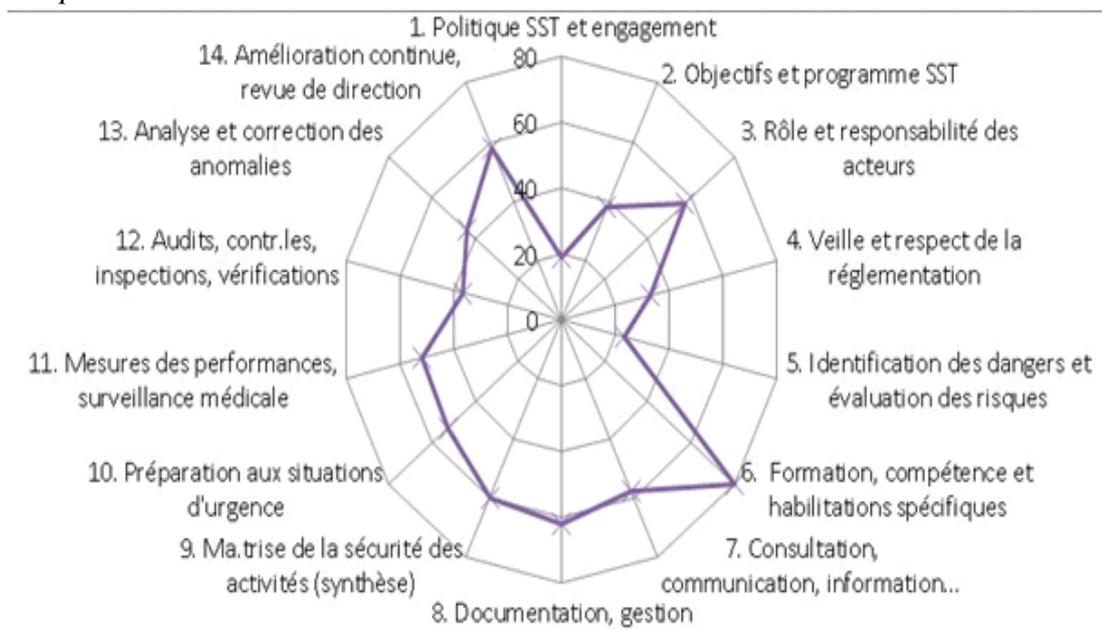
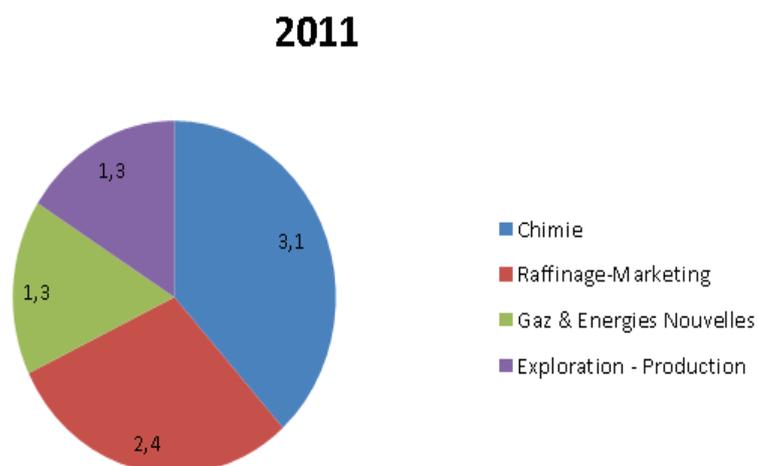


Figure III.9 : Exemple de graphique en radar présentant le niveau d'appropriation d'un SMS (Cambon, 2007)

#### v. Les graphiques en secteurs :

Les graphiques en secteurs ou en « camembert » se construisent à partir d'une série unique de données. Chacun des secteurs représente la taille de l'élément de la série par rapport à la somme total de la série. Les valeurs affichées peuvent être soit sous forme absolue soit sous forme relative en pourcentage.

- Exemple :

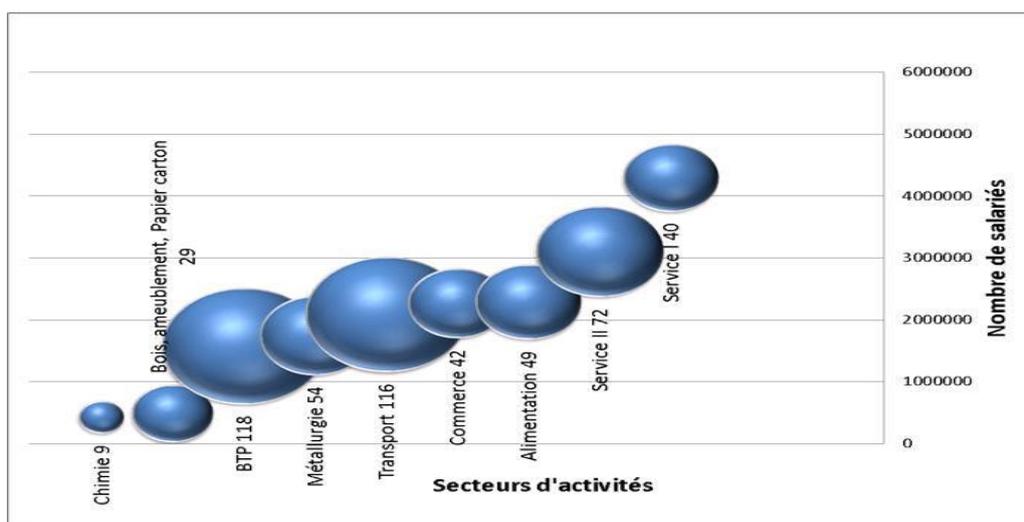


**Figure III.10 : Exemple de graphique en secteurs représentant la part du nombre d'accidents déclarés par millions d'heures travaillées selon les divisions d'une organisation**

**vi. Les graphiques en bulles :**

Les graphiques en bulles présentent l'avantage de représenter une troisième dimension sur un même graphique (Figure 10). L'axe horizontal et l'axe vertical sont des axes de valeurs représentant les deux premières séries de valeurs. La troisième série est représentée par la taille de chacune des bulles. Ces types de graphiques en bulles sont souvent utilisés pour souligner de manière visuelle des valeurs spécifiques.

- Exemple :



**Figure III.11 : Représentation graphique en bulles du nombre de décès en France par secteurs d'activités et effectifs (2010 - Source INRS)**

### ***III.3. Mesure de la performance, suivi et avantages des SPI***

#### ***III.3.1. Mesure de la performance :***

La mesure de performance de sécurité est un processus continu basé sur la surveillance et mesure des activités opérationnelles choisies et nécessaires à la prestation de services. Elle est menée quotidiennement.

La mesure de performance de sécurité est basée sur :

- Quantification des résultats de faible niveau, processus de faibles conséquences.
- Fournit une mesure de la performance réelle d'un PNS individuel ou d'un SGS individuel (Au-delà des taux d'accidents et de l'application de la réglementation).

#### ***III.3.2. Suivi des indicateurs de sécurité :***

Les modalités de suivi des indicateurs doivent être définies et formalisées (qui est en charge du suivi, quelle est l'origine des données, comment est fait le calcul de l'indicateur, quelle est la fréquence de suivi, etc.)

Il est recommandé de définir des valeurs cibles pour chaque objectif de sécurité (valeurs quantitatives).

Exemple sur une valeur de cible : [*Réduction/maximum*] d'événements d'excursion de piste par [*quantité*] d'opérations.

#### ***III.3.3. Les avantages des indicateurs de performance :***

- Les SPI fournissent une indication objective pour le régulateur d'évaluer l'efficacité du SMS de la compagnie et de surveiller la réalisation de ses objectifs de sécurité.
- Les SPI permettent de mesurer la performance de sécurité de la compagnie.
- Lorsque les indicateurs SPI mettent en évidence la nécessité d'intervenir dans les domaines-clés de la sécurité (par exemple non- respect de l'NdSA), des objectifs de performance de sécurité (*Safety Performance Targets*) sont définis.
- Améliorer la visibilité aux dirigeants de la compagnie sur ce que se passe réellement.
- Permettre aux employés d'adhérer à la stratégie de la compagnie grâce à des indicateurs qui les impactent dans leur quotidien et leur fonctionnement de tous les jours.
- Pouvoir mesurer la productivité des employés, améliorer la performance et la productivité de la compagnie
- Assurer un haut niveau de sécurité.
- Maîtriser l'impact environnemental du trafic aérien.
- Améliorer la ponctualité des vols.
- Améliorer l'efficacité économique des services.

### ***III.4. Les étapes de construction d'un programme des indicateurs de performance de sécurité***

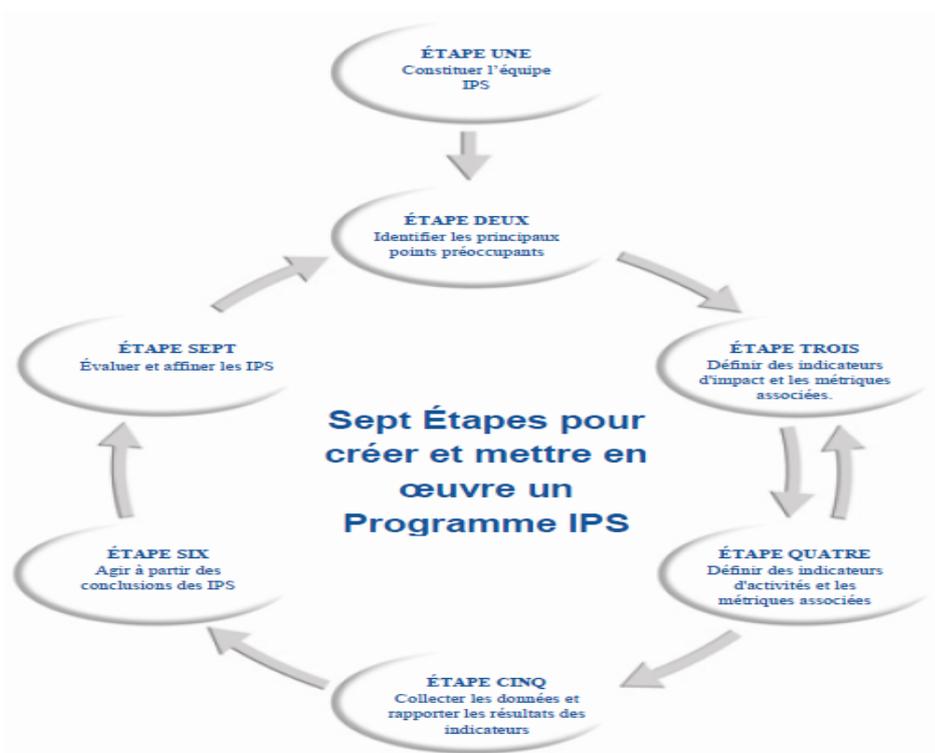
#### Introduction

Cette partie de travail présente un processus destiné à élaborer un programme SPI afin d'aider une compagnie aérienne à contrôler les politiques, procédures et pratiques clés (y compris les ressources humaines et les mesures techniques). Le but est d'avoir un programme SPI qui :

- fournit à votre entreprise une mise en garde précoce concernant les politiques, procédures et pratiques qui ne fonctionnent pas comme prévu ou qui se dégradent avec le temps ;
- identifie les mesures correctives qui peuvent être nécessaires ; et
- est révisé et mis à jour selon les besoins.

La figure ci-dessous illustre les sept étapes du processus. (1) établir une équipe IPS ; (2) identifier les principaux sujets de préoccupation ; (3) définir le ou les indicateurs d'impact adaptés et les métriques associées ; (4) définir le ou les indicateurs d'activités et les métriques associées ; (5) collecter les données et résultats des indicateurs ; (6) agir en fonction des conclusions des IPS ; et (7) évaluer et affiner les IPS.

Comme il est indiqué sur la figure 1, il s'agit d'un processus itératif qui vous permet de développer et de garder en place un Programme IPS efficace et adapté.



**Figure III.12 : processus du programme SPI**

- **Etape une : construire une équipe SPI**

Identifier les leaders IPS : Le point de départ de l'élaboration d'un Programme SPI est l'identification du ou des leaders qui initieront les efforts, favoriseront et coordonneront l'introduction du Programme IPS, garantiront une communication efficace et de manière générale contrôleront la mise en œuvre du Programme.

Impliquer la direction : L'équipe IPS doit la coopération des responsables de l'entreprise concernant les objectifs et les attentes liés au Programme SPI. Les cadres dirigeants de la compagnie doivent être tenus informés de manière régulière des progrès réalisés et doivent avoir l'opportunité de contribuer aux efforts. Les membres de la direction doivent recevoir les résultats du Programme SPI et il est attendu d'eux qu'ils prennent les mesures nécessaires à la sécurité.

Impliquer le personnel, notamment les experts et les employés ayant des connaissances pratiques : Il est important que les indicateurs reflètent une compréhension détaillée des dangers associés à une compagnie, des mesures de sécurité en place et des types de données collectées de manière formelle et informelle afin de contrôler la sécurité. Par conséquent, l'équipe IPS doit inclure et/ou avoir accès aux responsables de la sécurité, aux ingénieurs, aux opérateurs et autres membres du personnel qui sont familiers des opérations pertinentes et des politiques, procédures et pratiques liées à la sécurité.

Engager des ressources : Le développement et la mise en œuvre du Programme SPI nécessitent des ressources suffisantes et un appui important. Pour déterminer le bon niveau de sécurité, l'équipe SPI doit dans un premier temps élaborer un dossier de décision pour le Programme IPS, qui comprend une évaluation des coûts de la mise en œuvre et des avantages pour la compagnie.

Établir un calendrier : L'équipe SPI doit mettre en place un calendrier raisonnable, comprenant des étapes, afin de garantir un progrès régulier du développement du Programme SPI. En fonction des indicateurs sélectionnés, il peut être utile de respecter une période d'essai avant la complète mise en œuvre.

- **Etape deux : identifier les principaux points préoccupants**

Clarifiez la portée de votre Programme IPS : Une bonne manière de commencer est d'observer chaque processus dans la compagnie et d'identifier les dangers critiques. Analyser les processus pertinents étape par étape vous aidera à identifier les éventuels dangers. Pour chacun des dangers, vous devez réexaminer les politiques, procédures et pratiques en matière de sécurité qui sont en place, et ensuite identifier celles qui sont les plus importantes pour le contrôle des risques ou les plus susceptibles de se détériorer avec le temps.

Fixer les priorités : Après avoir identifié les points préoccupants, il peut être nécessaire de limiter la portée de votre Programme SPI afin de vous concentrer sur un nombre raisonnable d'indicateurs, d'acquiescer de l'expérience et de rester dans les limites des ressources

disponibles. Une compagnie augmente souvent leur nombre d'indicateurs et la portée de leur Programme au fur et à mesure qu'elles acquièrent de l'expérience sur les SPI.

Éviter les pièges : De nombreuses compagnies tombent dans le piège qui consiste à se demander ce qu'elles *peuvent* mesurer plutôt que ce qu'elles *doivent* mesurer. Cela peut conduire à identifier les sujets les plus évidents et qui se prêtent aux indicateurs faciles à mesurer plutôt que les indicateurs plus utiles à des fins de sécurité. Par conséquent, à cette étape du processus, il est important de se concentrer sur ce qu'il faut surveiller et éviter les discussions concernant la manière de s'y prendre. Les questions concernant les manières de mesurer la performance doivent être traitées lorsque vous avez terminé l'Étape deux et que vous abordez les Étapes trois et quatre.

- **Étape trois : définir les indicateurs réactifs (indicateurs d'impact) et les métriques associées**

Définition des indicateurs réactifs adaptés : Les indicateurs d'impact sont conçus pour collecter des informations et fournir des résultats afin de vous aider à répondre à la vaste question de savoir si le sujet de préoccupation (à savoir la politique, la procédure, ou la pratique en matière de sécurité qui est surveillée) atteint des résultats satisfaisants. Ainsi, un indicateur d'impact peut contribuer à mesurer dans quelle mesure la politique, la procédure ou la pratique ciblée est un succès.

Une fois que la décision concernant les sujets de préoccupation est prise, il vous faut considérer quels indicateurs réactifs peuvent être adaptés. Lors du choix des *indicateurs*, il est utile de se demander 'comment reconnaître le succès ?' et 'ce résultat positif peut-il être détecté ?'. La réponse à ces questions peut aider à définir en des termes spécifiques ce qu'une politique, procédure ou pratique en matière de sécurité est destinée à réaliser (la cible).

Métriques pour les indicateurs réactifs : La métrique est l'approche permettant la compilation et la notification des données de sécurité utilisées pour les SPI. Les données de sécurité fournissent la matière brute des SPI ; les métriques définissent de quelle manière les données sont utilisées. Des données fiables sont nécessaires pour obtenir des SPI utiles, mais la façon dont les données sont utilisées, définie par les métriques, détermine si les SPI fournissent les indications nécessaires pour évaluer et agir sur les problèmes de performance en matière de sécurité.

Pour vous aider à faire votre choix de métriques pour les indicateurs d'impact, veuillez prendre en compte les questions suivantes :

- Qui va se servir de l'indicateur pour prendre une décision ?
- Comment l'indicateur sera-t-il utilisé pour prendre des décisions ?
- Comment l'impact peut-il être mesuré ?
- Quelles données sont déjà collectées par l'entreprise ?

- **Etape quatre : définir les indicateurs prédictifs (indicateurs d'activité) et les métriques associées**

Définition des indicateurs prédictifs pertinents : Les indicateurs d'activités permettent de mesurer si les politiques, procédures et pratiques critiques en matière de sécurité sont en place afin d'atteindre les résultats souhaités.

Les indicateurs prédictifs bien conçus fournissent les indications nécessaires pour corriger les politiques, procédures et pratiques lorsque le résultat souhaité n'est pas atteint.

Afin d'identifier les indicateurs d'activités adaptés, il faut identifier les activités les plus critiques pour atteindre l'objectif souhaité et les plus étroitement liées aux indicateurs d'impact choisis. Lors de ces choix, vous pouvez considérer, par exemple :

- Quelles activités doivent toujours être réalisées correctement (tolérance zéro pour les erreurs) ;
- Quelles activités sont les plus susceptibles de se dégrader dans le temps ;
- Quelles activités sont réalisées le plus fréquemment.

Métriques pour les indicateurs prédictifs : Comme dans l'étape précédente, une fois les indicateurs prédictifs sont définis, l'étape suivante est de choisir les métriques adaptées. Afin d'aider à établir les métriques pour chaque indicateur choisi, vous pouvez prendre en compte les questions suivantes :

- Qui va utiliser l'indicateur ?
- Comment l'indicateur va-t-il être utilisé pour prendre des décisions ?
- Comment l'activité peut-elle être mesurée ?

- **Etape cinq : collecter les données et rapporter les résultats des indicateurs**

Une fois les SPI sont définis, l'étape suivante est de décider comment vous allez collecter et rapporter les résultats relatifs à la performance en matière de sécurité. Les procédures de collecte des données (à savoir les sources des données, comment les données seront compilées et avec quelle fréquence, quelle forme prendront les rapports), ainsi que les rôles et responsabilité pour la collecte et la notification, doivent être précisés.

Lors de l'évaluation des sources de données, il est souvent utile d'examiner les informations déjà disponibles et de décider si elles peuvent être utilisées pour les SPI. Des données peuvent avoir été collectées pour d'autres activités comme le contrôle qualité ou la performance de la compagnie. Si des données existantes utiles sont identifiées, il est important d'évaluer si ces données sont de qualité adaptée pour les SPI et d'organiser et/ou d'appliquer les données afin d'atteindre les objectifs de sécurité.

- **Etape six : agir à partir des conclusions des SPI**

Les résultats obtenus à partir des SPI (comme les tolérances dépassées, la perturbation des tendances dans le temps, les résultats contradictoires) doivent être suivis de réponses ; ou la mise en place d'un programme SPI n'a que peu de sens. Les cadres dirigeants, le personnel de gestion de la sécurité, les ingénieurs, les opérateurs et les autres employés concernés doivent recevoir les résultats des SPI en temps voulu et doivent réagir en cas de constatations négatives afin d'éliminer les défaillances dans les politiques, procédures et pratiques en matière de sécurité connexes.

Lorsqu'une déviation est notée, elle peut fournir des informations sur le point de sécurité, mais également sur le SPI lui-même, à savoir s'il a été suffisamment bien défini pour détecter le problème de sécurité et si des améliorations peuvent être apportées à l'indicateur. Ainsi, des déviations détectées en utilisant les SPI représentent une opportunité d'apprentissage et d'ajustement des SPI.

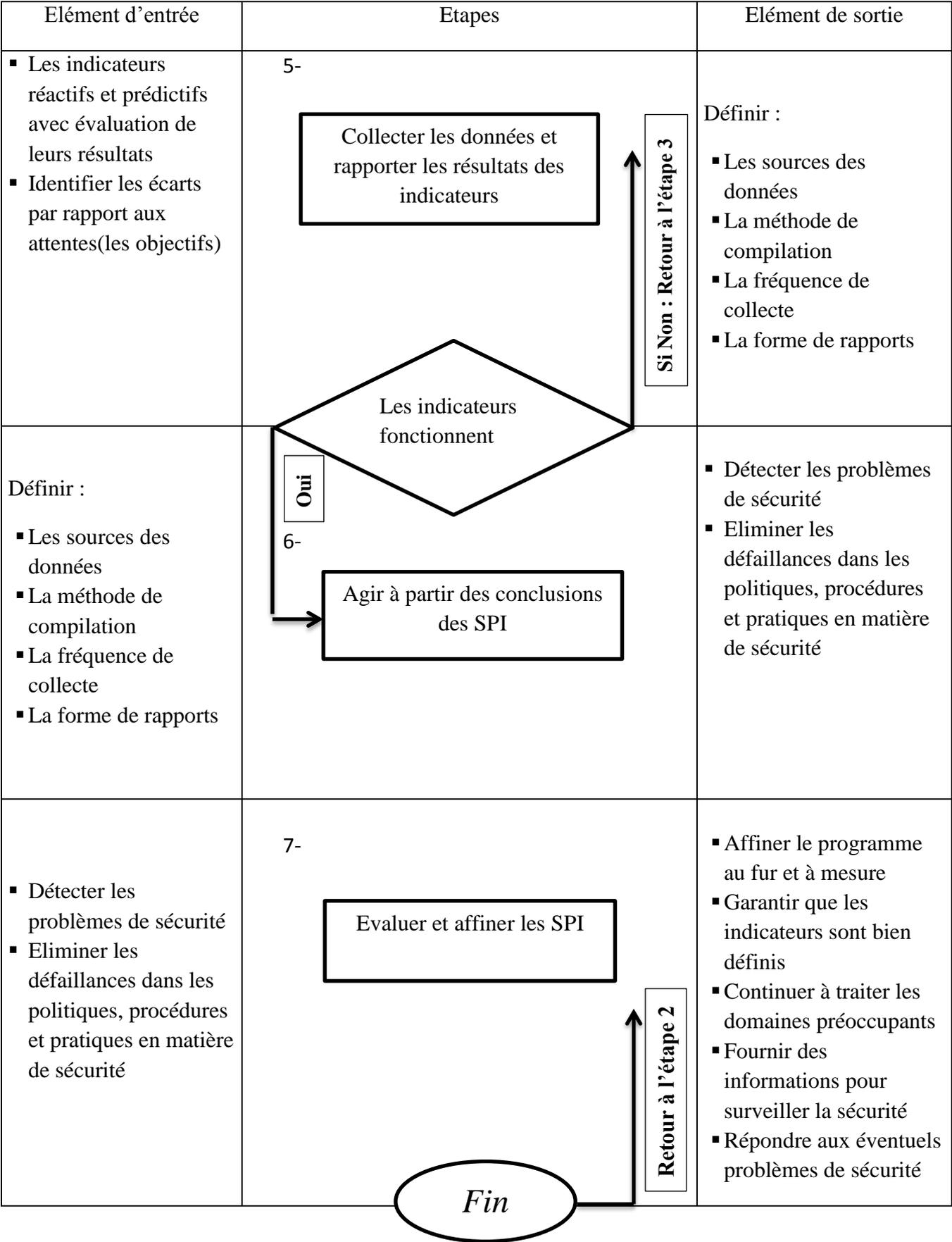
- **Etape sept : évaluer et affiner les SPI**

Le programme SPI, y compris les indicateurs et les métriques, doit être périodiquement réexaminé et évalué. Élaborer un programme SPI efficace est un processus itératif, et le Programme doit être affiné au fur et à mesure que l'expérience est acquise ou que de nouveaux problèmes en matière de sécurité sont identifiés.

Des examens réguliers aident à garantir que les indicateurs sont bien définis, continuent à traiter les domaines préoccupants prioritaires et fournissent les informations nécessaires pour surveiller les mesures de sécurité, et pour répondre aux éventuels problèmes de sécurité. En outre, ils permettent de repérer les indicateurs particuliers qui ne sont plus nécessaires et d'apporter des ajustements au programme afin de se concentrer sur les problèmes et les indicateurs les plus importants. <sup>[18]</sup>

**Tableau III.2 : Logigramme du processus d'un programme SPI**

Elément d'entrée	Etapas	Elément de sortie
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Commencer un programme des SPI</li> </ul>	<p>1-</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Construire une équipe SPI</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La liste des responsables avec leurs propres tâches</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La liste des responsables avec leurs propres tâches</li> </ul>	<p>2-</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Identifier des principaux points préoccupants</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>Les questions concernant la manière de mesurer la performance doivent être traitées</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier les dangers critiques et rester dans les limites des ressources disponibles</li> <li>▪ Identifier les sujets et les indicateurs les plus utiles à des fins de sécurité</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Identifier les dangers critiques et rester dans les limites des ressources disponibles</li> <li>▪ Identifier les sujets et les indicateurs les plus utiles à des fins de sécurité</li> </ul>	<p>Oui</p> <p>3-</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Définir les indicateurs réactifs et les métriques associées</div> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>Les indicateurs réactifs doivent être définis</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les indicateurs réactifs et l'évaluation de résultats</li> <li>▪ Identifier les écarts par rapport aux attentes(les objectifs)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les indicateurs réactifs et l'évaluation des résultats</li> <li>▪ Identifier les écarts par rapport aux attentes(les objectifs)</li> </ul>	<p>Oui</p> <p>4-</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Définir les indicateurs prédictifs et les métriques associées</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les indicateurs réactifs et prédictifs avec évaluation de leurs résultats</li> <li>▪ Identifier les écarts par rapport aux attentes(les objectifs)</li> </ul>



### ***III.5. Tableau de bord***

#### ***III.5.1. Définition d'un tableau de bord :***

Un tableau de bord de la gestion de sécurité est une façon de sélectionner, d'agencer et de présenter les indicateurs essentiels et pertinents, de façon sommaire et ciblée, en général sous forme de « coup d'œil » accompagné de reportage ventilé ou synoptique, fournissant à la fois une vision globale et la possibilité de forer dans les niveaux de détail.

Le tableau de bord mise principalement sur la qualité de l'information et non sur la quantité. Il met en évidence les résultats significatifs, les exceptions, les écarts et les tendances ; il fournit à son utilisateur un modèle cohérent en regroupant les indicateurs de façon à frapper son imagination – ce schéma intégré permet d'enrichir d'autant l'analyse et l'interprétation de l'information; il représente les indicateurs sous une forme compréhensible, évocatrice et attrayante, pour en faciliter la visualisation. <sup>[24]</sup>

#### ***III.5.2. Les objectifs du tableau de bord :***

Un tableau de bord est un outil de suivi d'activité et d'aide à la décision destiné aux dirigeants d'entreprise et/ou aux responsables de la compagnie. La plupart du temps, le tableau de bord est constitué de plusieurs indicateurs qui permettent de mesurer et de suivre le bon fonctionnement de la compagnie. L'analyse d'un tableau de bord peut être utile de trois manières :

- Anticiper et adapter le fonctionnement de la compagnie aux évolutions d'activités,
- Allouer le plus efficacement possible les ressources disponibles de l'entreprise (compétences, temps de travail, machines, ...),
- Profiter des opportunités qui se présentent en ayant connaissance de la situation de la capacité des différents services de la compagnie. <sup>[25]</sup>

Le tableau de bord est un instrument de pilotage du progrès est conçu pour mesurer toutes les facettes de la performance afin d'assurer une mise en œuvre de la stratégie en tenant compte des réalités du terrain. <sup>[26]</sup>

Le tableau de bord est un outil destiné au responsable de la sécurité pour lui permettre de contrôler le fonctionnement de son système en analysant les écarts significatifs afin de prévoir, et de décider, pour agir. <sup>[27]</sup>

#### ***III.5.3. La construction d'un tableau de bord :***

Il est d'innombrables astuces que l'on gagne à connaître lorsqu'est requis de bâtir un tableau de bord. De ces meilleures pratiques, 10 thèmes seront abordés ici qui couvrent l'essentiel des éléments à observer. Il faut : (1) restreindre le nombre des indicateurs, (2) consulter les personnes concernées, (3) bien construire les indicateurs, (4) mettre ces derniers à l'essai, (5) construire les fiches d'indicateur, (6) faire figurer les indicateurs par ordre

d'importance dans le tableau de bord, (7) tirer profit des couleurs et des graphiques, (8) prévoir une démarche de lecture, (9) s'engager à faire évoluer le tableau de bord, (10) et éviter de l'utiliser à des fins punitives. <sup>[28]</sup>

#### *III.5.4. Les fonctions de tableau de bord*

##### *i. Fonction de monitoring constat, de constat d'écart et d'alerte :*

Le tableau de bord permet de plus de faire ressortir les tendances et les écarts significatifs ou exceptionnels, et d'avertir les responsables de la sécurité de tout résultat ou écart indésirable, à la manière d'un système d'alarme. Ainsi, l'utilisation d'un bon système de tableaux de bord va au moins permettre de recevoir le message plus rapidement et de localiser la zone « danger » apparaissant de façon aléatoire, ou encore d'éliminer de l'analyse les zones où le danger ne se situe pas. Le tableau de bord constitue avant tout, par son approche éclair, un avertisseur, un détecteur rapide de problèmes, d'écarts, de variations ou de tendances entre le prévu, le voulu, le réalisé et le vécu. <sup>[24]</sup>

##### *ii. fonction de reporting du tableau de bord*

Le **tableau de bord** « reporting » est utilisé pour rendre compte des résultats de la compagnie. Il permet de prendre des mesures correctrices pour améliorer les faiblesses observées. Ce type de tableau de bord comprend des éléments comptables et budgétaires, des suivis d'objectif, des états d'avancement, ... Sa fréquence est souvent régulière sur une longue période, elle tient compte du fonctionnement de la compagnie (administratif, budget, saisonnalité, réglementation, production, ...). <sup>[25]</sup>

##### *iii. fonction de déclencheur d'enquête et de guide d'analyse :*

Le tableau de bord, par sa capacité de ventilation, peut guider l'utilisateur jusqu'au secteur problématique en facilitant la localisation des informations pertinentes par une navigation plus cohérente, ou lui permettre de préciser les pistes à explorer ou les rapports supplémentaires à demander selon la situation. <sup>[24]</sup>

##### *iv. fonction de communication et de motivation :*

Le tableau de bord est utilisé pour informer les équipes de la situation de la compagnie. Il comprend des indicateurs à la fois généraux qui informent sur l'activité de la compagnie, et spécifiques qui renseignent sur l'évolution d'une action en cours. <sup>[25]</sup>

Le tableau de bord favorise la communication, l'échange d'information entre le personnel, stimule la discussion en permettant de centrer le dialogue sur la performance. De plus, le tableau de bord motive l'ensemble du personnel par l'utilisation d'informations plus objectives pour l'évaluation du rendement, en permettant au personnel d'avoir accès à l'information essentielle pour apprécier dans leur contexte les résultats obtenus par eux-mêmes, leurs subordonnés et leurs équipes, ce qui entraîne, en général, une mobilisation accrue et constitue un encouragement à l'autocontrôle. <sup>[24]</sup>

### III.5.4. La présentation du tableau de bord :

Il est important d'adapter la présentation du tableau de bord en fonction de son utilisation.

Un tableau de bord a comme première fonction d'aider à prendre des décisions. Il rend compte des activités de la compagnie ou de l'état d'avancement de certains dossiers ou programmes. Il présente les informations en mettant en évidence les indicateurs essentiels au bon fonctionnement de la compagnie et à la mise en œuvre de la stratégie en cours.

Idéalement, le tableau de bord tient sur une ou deux pages, il est organisé de manière à faciliter sa lecture en fonction de l'objectif visé. Il comprend différents moyens de mettre en avant les indicateurs (graphes, couleurs, feux multicolores, smiley, barre d'avancement, compteur, ...).

De plus, un tableau de bord se personnalise et s'adapte à son utilisateur principal. Sa présentation diffère lorsqu'il sert à animer une réunion de service, à suivre la stratégie mise en place, ou à communiquer sur les activités en matière de sécurité.

- *Exemples :*

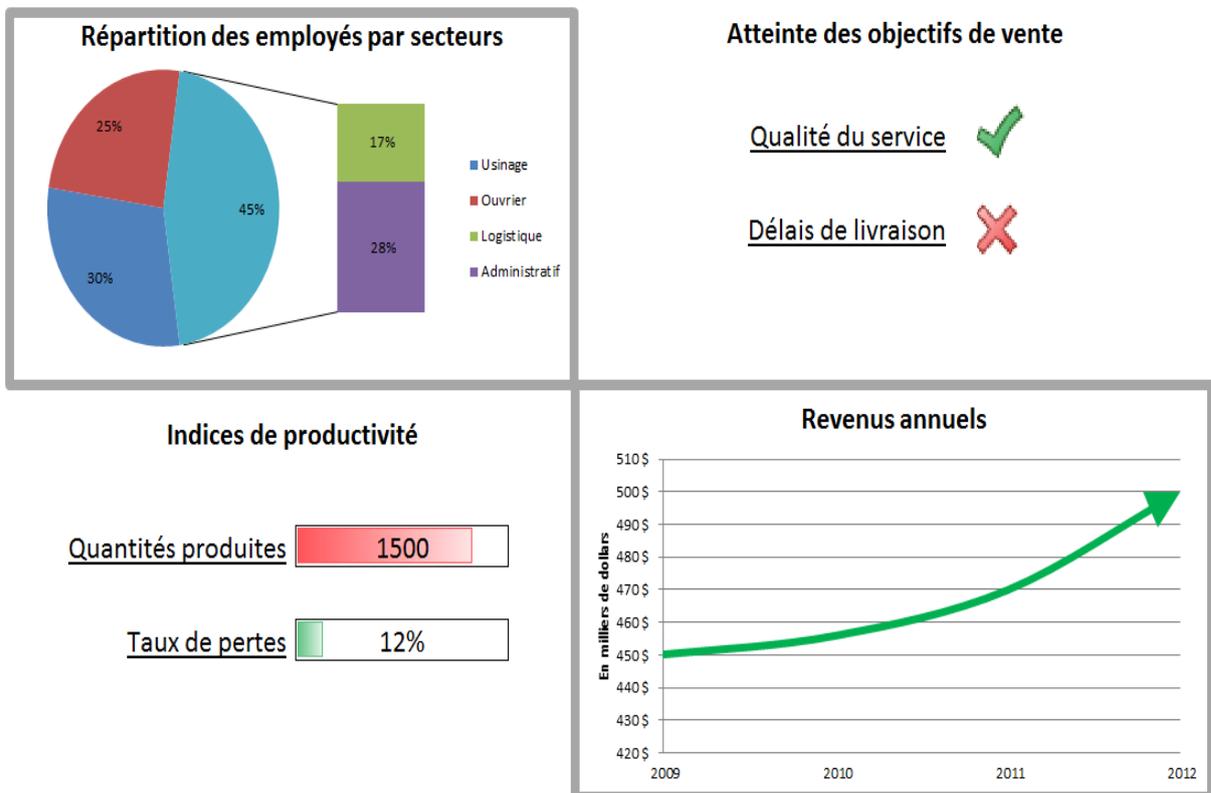


Figure III.13 : Tableau de bord sous forme des graphes

Orientations de la politique	Processus A	Processus B	Processus N	Indicateurs	Objectifs	[...]	Résultat
Axe 1	X			Indicateur 1	X1	...	KO ☹️
		X		Indicateur 2	X2	...	KO ☹️
		X		Indicateur 3	X3	...	OK 😊
		X		Indicateur 4	X4	...	OK 😊
			X	Indicateur 5	X5	...	KO ☹️
		X		Indicateur 6	X6	...	OK 😊
Axe 2	X			Indicateur 7	X7	...	OK 😊
	X			Indicateur 8	X8	...	OK 😊
		X		Indicateur 9	X9	...	OK 😊
			X	Indicateur 10	X10	...	KO ☹️
Axe 3			X	Indicateur 12	X11	...	OK 😊
		X		Indicateur 13	X12	...	OK 😊
	X			Indicateur 14	X13	...	OK 😊
			X	Indicateur XX	XXX	...	OK 😊
Totaux	4	6	3				

© Qualiblog

Figure III.14 : Tableau de bord sous forme d'un tableau

### III.6. Conclusion

Un SPI est un élément clé dans le système de suivi et de contrôle de la performance de sécurité, déterminé par un calcul qui identifie de façon qualitative et quantitative une amélioration ou une dégradation du comportement de procédé.

Les SPI reposent sur de grandes catégories : les SPI réactifs ( lagging indicator) et les SPI prédictifs ( leading indicator)

## CHAPITRE IV : L'ANALYSE APPROFONDIE D'EVENEMENT / ROOT CAUSES ANALYSIS

### ***VI.1. Introduction***

Les exigences définies au sein de la compagnie aérienne conduisent à considérer la maîtrise des risques, la protection des clients et de l'environnement comme des objectifs majeurs. Les structures, les moyens, et le système de management de la sécurité mis en place concourent à cet objectif avec un souci permanent de prévention.

Cependant, en dépit des dispositions adoptées, des situations accidentelles et / ou incidentelles peuvent survenir. Dans ces circonstances, surtout s'il y a des victimes, la sérénité que réclame l'analyse des causes objectives peut être difficile à instaurer.

### ***VI.2. Définition de l'analyse des causes profondes/ Root Causes Analysis(RCA)***

L'analyse approfondie d'un événement constitue un gisement de connaissances et d'expérience dont l'exploitation est un facteur de progrès. Elle consiste en une démarche systématique et organisée d'analyse des éléments ayant conduit à l'événement afin d'en tirer les enseignements sur leurs causes, leur déroulement et leurs conséquences réelles ou potentielles. <sup>[29]</sup>

Analyse des causes profondes est toute approche structurée pour l'identification des facteurs qui ont abouti à la nature, l'ampleur, l'emplacement et le moment des résultats nocifs (conséquences) d'une ou plusieurs des événements passés afin d'identifier quels sont les comportements, actions, inactions, ou conditions doivent être changées pour éviter la répétition des mêmes résultats néfastes et d'identifier les leçons à tirer de promouvoir la réalisation de meilleures conséquences. <sup>[30]</sup>

### ***VI.3. Méthodologie ou processus d'une analyse des causes profondes RCA***

#### **Étape 1: Savoir identifier les risques et les représenter**

- Classer les causes d'un dysfonctionnement ou d'un problème, en grandes familles (personnel, matériel, procédures... etc.)
- Représenter les causes d'un dysfonctionnement ou d'un problème de façon claire et structurée
- Traduire les idées par des mots-clefs

#### **Étape 2 : Analyse des causes**

- Retracer la chaîne des événements ayant conduit à l'évènement indésirable
- Rechercher des causes immédiates et suffisantes

- Rechercher l'ensemble des causes latentes
- En pratique :
  - Identifier les personnes concernées par l'événement
  - Recueillir les faits :
  - Dossiers, rapports, interviews
  - Démarche positive
  - Ne pas chercher la faute ni à créer de lien entre les faits
  - Pas d'élément subjectif
  - Remonter aux causes racines (utiliser les 5 « pourquoi ? »)

### **Étape 3 : Hiérarchisation des risques (*Définition de la ou des causes profondes*)**

- Sélectionner les risques qui exigent la mise en œuvre d'actions préventives prioritaires
- La hiérarchisation est effectuée :
  - en fonction de la **criticité** du risque : fréquence et gravité de l'évènement
  - en fonction de l'**acceptabilité** du risque
  - en fonction de l'**évitabilité** du risque
  - en fonction du **coût** du risque

### **Étape 4 : Élaborer un plan d'action (*Définition et mise en œuvre des actions requises pour éliminer la ou les causes profondes*)**

- Quoi ? Qui ? Comment ? Calendrier ?
- S'assurer de la pertinence du plan d'action
- S'assurer de l'efficacité des actions vis-à-vis des objectifs

### **Étape 5 : Suivi du plan d'action (*Vérification que l'action corrective a empêché la réapparition du problème*)**

- Définition préalable d'indicateurs :
  - indicateurs d'efficacité des actions barrières
  - taux d'actions clôturées (actions réalisées / actions prévues)
  - délai entre date de réalisation prévue et effective
- Vérifier la pertinence du plan d'action
- Identifier les risques résiduels à surveiller

## IV.4. Panorama des méthodes

### IV.4.1. Les méthodes les plus utilisées dans les compagnies aériennes

#### a. Diagramme de causes et effets/ diagramme d'Ishikawa :

- Définition de la méthode :

Le Diagramme de causes et effets, ou diagramme d'Ishikawa, est un outil développé par *Kaoru Ishikawa* en 1962. Ce diagramme représente de façon graphique les *causes* aboutissant à un *effet*. Il peut être utilisé comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées. <sup>[31]</sup>

Cette méthode permet d'analyser et de visualiser le rapport existant entre un problème (effet) et toutes ses causes possibles. Ces causes sont regroupées généralement en 5M (Matière, méthode, matériel, milieu, main d'œuvre). <sup>[32]</sup>

- **Variantes :** 6M, 7M ou 8M : Mesure, Management, Maintenance

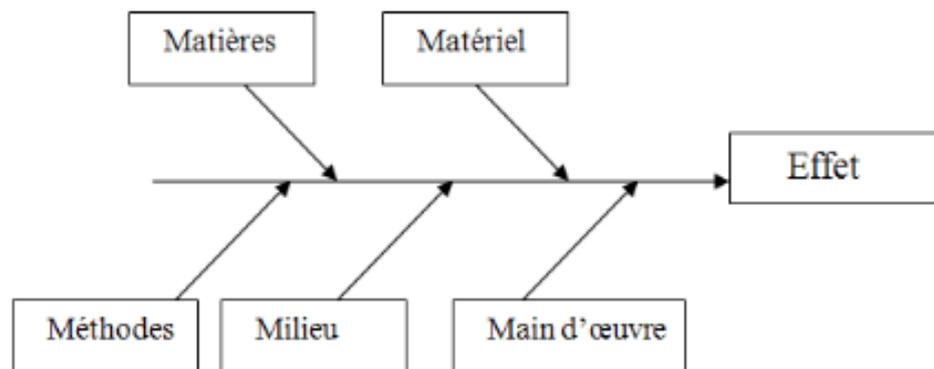


Figure IV.1 : schéma d'Ishikawa (5M)

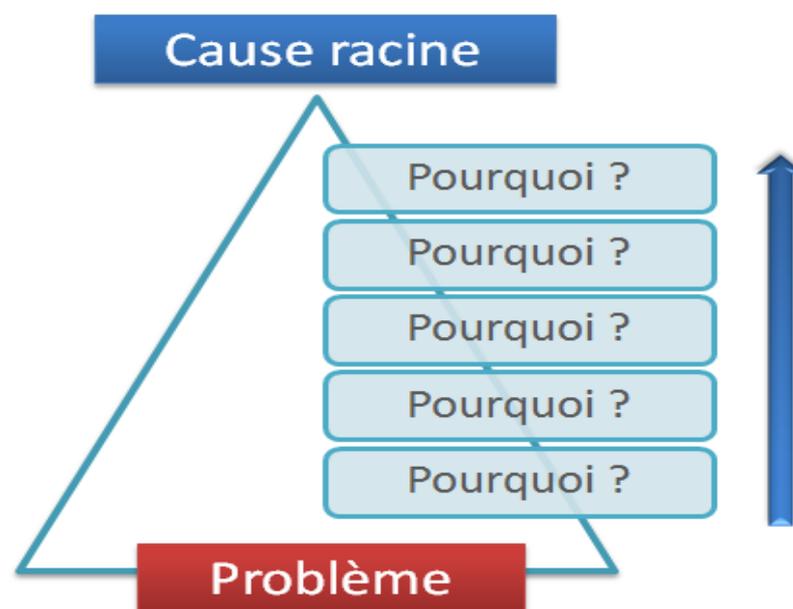
- Avantages <sup>[32]</sup>
  - Orientation du questionnement et variation possible des familles
  - Relation causes –Effet et classement possible des causes
  - Représentation graphique des causes
- Inconvénients <sup>[32]</sup>
  - Pas adapté pour : problème avec de nombreuses causes et problèmes en lien
  - Pas de chronologie

#### b. Méthode des « 5 pourquoi ? » :

- Définition de la méthode :

Les cinq pourquoi est la base d'une méthode de résolution de problèmes, avec 5 questions commençant par «pourquoi», on essaie de trouver la cause principale ayant provoqué la défaillance pour aboutir à la cause principale. <sup>[33]</sup>

- **Variantes** : Pourquoi le problème est apparu ? Pourquoi le problème n'a pas été détecté? Pourquoi le système a permis l'apparition de ce problème ?
- Avantages <sup>[32]</sup>
  - Représentation schématique
  - Méthode simple dans sa mise en œuvre
- Inconvénients <sup>[32]</sup>
  - En général, méthode utilisée en complément d'un diagramme causes à effets
  - Analyse partielle du fait de l'enchaînement causal unique
  - Pas de chronologie



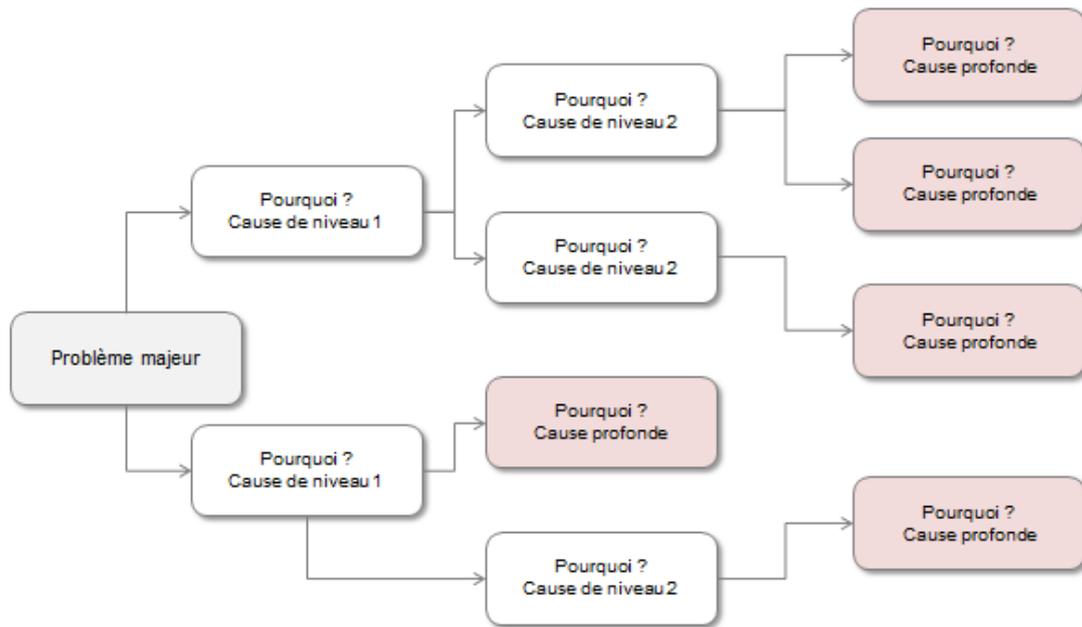
**Figure IV.2 : représentation de la méthode des « 5 pourquoi ? »**

c. Arbre des causes :

- Définition de la méthode :

L'arbre des causes est un outil clef de représentation graphique des causes d'un problème. Il permet d'aller en profondeur dans l'analyse en explorant l'ensemble des causes d'un problème. <sup>[34]</sup>

Schéma Arbre des causes est utilisé pour mieux identifier a posteriori tous les faits (technique, humain et organisationnel) ayant abouti à un évènement indésirable. Cette méthode est une recherche des liens de causalité explicites et/ou implicites. <sup>[32]</sup>



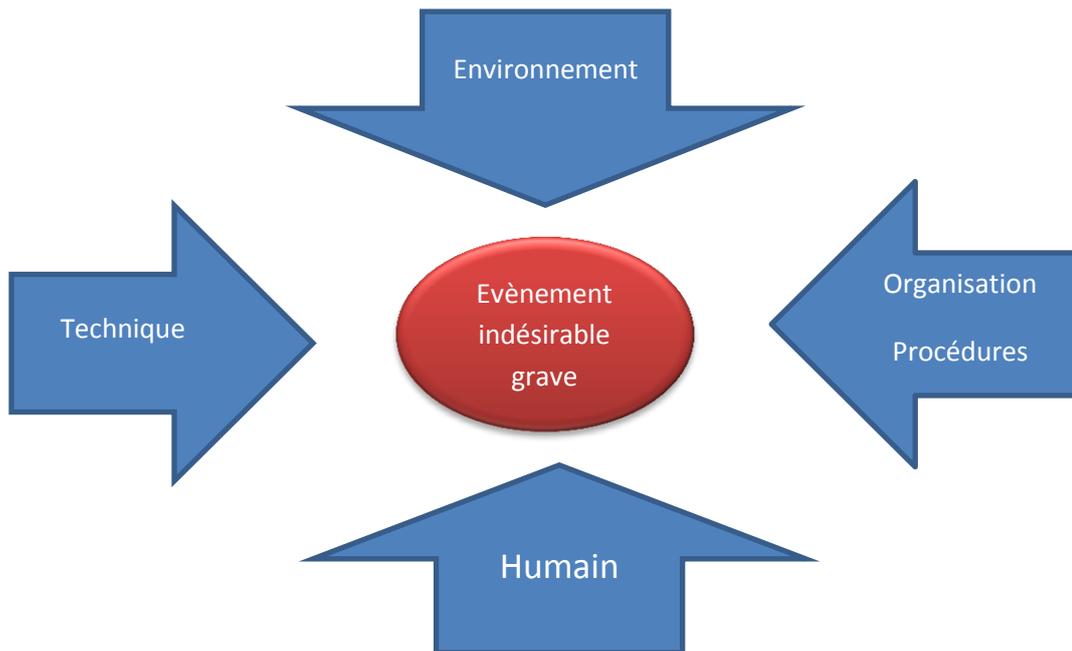
**Figure IV.3 : schéma d'Arbre des causes<sup>36</sup>**

- Avantages<sup>[32]</sup>
  - Représentation schématique
  - Reconstitution des faits et traitement de la multi-causalité
  - Méthode accessible (quelques heures de formation)
- Inconvénients<sup>[32]</sup>
  - Pas de hiérarchie des facteurs
  - Lecture difficile du schéma par ceux qui ne l'ont pas élaboré

*d. Méthode ORION :*

- Définition de la méthode :

La méthode ORION est une méthode d'analyse systémique, issue du milieu de l'aéronautique. Mise en évidence des facteurs contributifs et des facteurs influents dans quatre grandes familles: domaine technique, environnement du travail, organisation et procédures, facteurs humains.<sup>[32]</sup>



**Figure IV.4 : représentation de la méthode ORION**

- Avantages <sup>[32]</sup>
  - Resituer l'évènement dans son contexte
  - Analyse factuelle de la chronologie de l'évènement
  - Identification des facteurs contributifs : dysfonctionnements du système, défaillances des barrières...
- Inconvénients <sup>[32]</sup>
  - Accompagnement nécessaire des premières analyses
  - Pas de représentation schématique

*IV.4.2. Points communs de ces méthodes :*

- Démarche collective pour un outil
  - De dialogue entre tous les métiers
  - De diagnostic partagé
- Des étapes obligées pour les différentes méthodes
  - Recueil des faits
  - Analyse des écarts entre l'attendu et le réalisé
  - Identification des causes profondes
  - Proposition d'actions d'amélioration du système

#### *IV.4.3. Critiques communs de ces méthodes :*

- Une qualité et profondeur de l'analyse qui dépendent :
  - De la qualité du recueil des faits
  - De l'élaboration de leur chronologie
- ✓ Le temps de recueil et d'analyse devra être défini en fonction des conséquences d'un événement et non en fonction de la disponibilité du personnel
- ✓ Ne pas se contenter de la méthodologie la plus simple...
  
- Le traitement des causes profondes est rarement intégré dans le plan d'actions...  
Lorsqu'elles sont inscrites dans le plan d'actions, elles sont rarement mises en œuvre...
  
- Ces analyses ne mettent pas en évidence ce qui a marché :
  - Détection de l'événement
  - Atténuation de la gravité des conséquences
  - Défaillances de récupération (ciblés sur les défaillances latentes)...

#### ***IV.5. Conclusion***

L'analyse des causes profondes est une approche structurée pour identifier les causes racines qui provoquent la dégradation de la performance de sécurité de la compagnie aérienne.

Les méthodes RCA les plus utilisées dans la détection des risques dans le domaine aéronautique sont :

- Diagramme de causes et effets / diagramme d'Ishikawa
- Méthode des « 5 pourquoi ? »
- Arbre des causes
- Méthode ORION

## CHAPITRE V : ETUDE DE CAS

### ***V.1. Introduction***

Un SGS définit des résultats de performance mesurables afin de déterminer si le système fonctionne vraiment conformément aux attentes de conception.

Les SPI sont utilisés pour surveiller les risques de sécurité connus, détecter les risques de sécurité émergents et déterminer les mesures correctrices éventuelles à prendre.

Dans la pratique, la performance de sécurité d'un SGS est exprimée par les indicateurs de performance de sécurité et leurs valeurs d'alerte et de cibles correspondantes en utilisant les résultats des indicateurs de la période de base (année précédente, 1<sup>er</sup> trimestre de l'année, le moi précédent...etc.) pour suivre l'évolution de l'évènement au cours de la période de surveillance.

Les indicateurs de performance de sécurité sont essentiellement des diagrammes de données de tendances qui suivent les occurrences en termes de taux d'événements.

### ***V.2. Méthodologie de travail***

#### ***V.2.1. Présentation des indicateurs :***

Le tableau 1 fournisse, à titre illustratif, des exemples d'indicateurs de performance de sécurité (SPI) et leurs critères d'établissement des niveaux d'alerte et des niveaux cibles correspondants.

Les critères d'établissement des niveaux d'alerte et niveaux cibles correspondants pour chaque indicateur doivent être indiqués dans le tableau. Les SPI du SGS devraient être élaborés par les prestataires de produits et de services, en consultation avec leurs organismes de réglementation respectifs nationaux. Leurs SPI proposés devraient correspondre aux indicateurs de sécurité du PNS de l'État, de sorte qu'il faut obtenir l'accord/acceptation nécessaire.

**Tableau V.1 : présentation des indicateurs de cette application**

Indicateur	domaine	Mode de calcul	Critère de niveau d'alerte	Critère de niveau cible
Nombre d'erreur en masse et centrage	Opérations aériennes	N° d'erreur en masse et centrage/ N° de vol par moi	Moyenne + 1/2/3 SD (remise à zéro annuelle ou bisannuelle)	__% (p. ex. 5 %) d'amélioration d'un taux annuel moyen à l'autre
Décollage interrompus en raison de problèmes technique pour 100 décollages	Navigation aérienne	(N° des RTO en raison de problèmes techniques/ N° de décollage)*100	Moyenne + 1/2/3 SD (remise à zéro annuelle ou bisannuelle)	__% (p. ex. 5 %) d'amélioration d'un taux annuel moyen à l'autre
Les rapports d'incidents ou des dangers liés à la maintenance par inspection	Maintenance	N° de rapports d'incidents ou des dangers liés à la maintenance/ N° d'inspections réalisées	Moyenne + 1/2/3 SD (remise à zéro annuelle ou bisannuelle)	__% (p. ex. 5 %) d'amélioration d'un taux annuel moyen à l'autre

*V.2.2. Construction de la fiche technique :*

L'étape suivante est d'établir une fiche technique type (tableau Excel figure V.1) utilisée pour présenter l'évolution de l'évènement durant l'année précédente ainsi pour produire un diagramme d'indicateurs de sécurité du SGS (avec les critères d'établissement de l'alerte et de la cible)

La fiche technique est composée de deux tableaux : le tableau à gauche est la performance de l'année précédente, alors que le tableau sur la droite représente les actualisations des données en cours de l'année actuelle. La détermination du niveau d'alerte est basée sur les critères de base de mesure de l'écart type en matière de sécurité. La formule dans le tableur Excel est « =STDEVPA ». Aux fins du calcul de l'écart type pour le manuel, la formule est :

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{N}}$$

Dans laquelle «x» est la valeur de chaque point de données, « N » est le nombre de points de données, et « μ » est la valeur moyenne de tous les points de données.



#### V.2.4. Réglage du seuil de niveau d'alerte :

Le niveau d'alerte pour une nouvelle période de surveillance (année en cours) est fondé sur la performance de la période précédente (année précédente), à savoir sa moyenne de points de données et son écart type.

Une alerte (tendance anormale/inacceptable) est indiquée si l'une quelconque des conditions ci-dessous est remplie pour la période de surveillance en cours (année en cours):

- 1 point quelconque se situe au-dessus de la ligne 3 SD
- 2 points consécutifs se situent au-dessus de la ligne 2 SD
- 3 points consécutifs se situent au-dessus de la ligne 1 SD.

Lorsqu'une alerte est déclenchée (possibilité d'une situation à hauts risques ou incontrôlable), une action appropriée de suivi est attendue, par exemple une analyse plus approfondie pour déterminer la source et la cause profonde du taux anormal d'incidents et toute action nécessaire pour faire face à la tendance inacceptable. <sup>[35]</sup>

#### V.2.5. Réglage du niveau cible (amélioration planifiée) :

Le réglage du niveau cible peut être moins structuré que le réglage du niveau d'alerte, par exemple la cible sera que le nouveau taux moyen de la période de surveillance (année en cours) sera par exemple inférieur (ou meilleur) de 5 % que la valeur moyenne de la période précédente. <sup>[35]</sup>

#### V.2.6. Le tableau de bord des résultats :

Le tableau de bord donne un résumé de tous les indicateurs de sécurité du SGS de la compagnie, avec leurs résultats respectifs en termes de niveaux d'alerte et de niveaux cibles, annotés. Ce résumé peut être établi à la fin de chaque période de surveillance pour donner un aperçu global de la performance du SGS. Si l'on souhaite une récapitulation plus quantitative de la performance, des points appropriés peuvent être attribués à chaque réponse Oui/Non pour chaque résultat en termes de cibles et d'alertes. <sup>[35]</sup>

- *Par exemple :*

**Tableau V.2: résumé des SPI à conséquences mineur (chapitre 5 appendice 6 du document 9859 de l'OACI)**

<i>Indicateurs de sécurité pour événement à conséquences plus faibles</i>				
<i>Description de l'indicateur de performance de sécurité (SPI)</i>	<i>Critères du niveau d'alerte du SPI (pour 2010)</i>	<i>Niveau d'alerte dépassé (Oui/Non)</i>	<i>Critères du niveau d'alerte du SPI (pour 2010)</i>	<i>Objectif réalisé (Oui/Non)</i>
1 Taux mensuel d'incidents de la flotte combinée de l'exploitant (par exemple par 1 000 FH)	Moyenne + 1/2/3 SD (réinitialisation annuelle ou bisannuelle)	Oui	Amélioration de 5 % du taux moyen de 2010 par rapport au taux moyen de 2009	Non
2 Pourcentage de LEI ou taux de constatations (constatations par audit) de l'audit annuel du SGQ interne de l'exploitant	Plus de 25 % en moyenne de LEI ou de toutes constatations de niveau 1 ou plus de 5 constatations de niveau 2 par audit	Oui	Amélioration de 5 % du taux moyen de 2010 par rapport au taux moyen de 2009	Oui
3 Taux de comptes rendus volontaires de dangers de l'exploitant (par exemple par 1 000 FH)	À déterminer		À déterminer	
4 Taux de comptes rendus d'incidents de marchandises dangereuses de l'exploitant (par exemple par 1 000 FH)	Moyenne + 1/2/3 SD (réinitialisation annuelle ou bisannuelle)	Non	Amélioration de 5 % du taux moyen de 2010 par rapport au taux moyen de 2009	Oui

### V.2.7. Réalisation de l'objectif

À la fin l'année en cours (période de surveillance), si le taux moyen pour l'année en cours est inférieur d'au moins 5 % ou plus que le taux moyen de l'année précédente, alors on considère que l'objectif fixé d'une amélioration de 5 % a été réalisé. <sup>[35]</sup>

### V.2.8. Niveau d'alerte et niveau cible — période de validité

Les niveaux d'alerte et niveaux cibles devraient être revus (redéfinis) pour chaque nouvelle période de surveillance, sur la base du taux moyen et de l'écart type de la période précédente, selon le cas. <sup>[35]</sup>

## **V.3. Application**

Pour appliquer les étapes détaillées ci-dessus, on utilise les indicateurs mentionnés dans le tableau V.1 avec leurs critères de niveau d'alerte et de niveau cible.

### V.3.1. L'indicateur du domaine opérations aériennes :

- *Le SPI* : Nombre d'erreur en masse et centrage
- *Métrique* : (Nombre d'erreur en masse et centrage/ Nombre total d'FH de la compagnie)
- *Objectif (la cible)* : réduction de 5% de la valeur moyenne de SPI pour l'année précédente peut être acceptable



### V.3.2. L'indicateur du domaine de navigation aérienne :

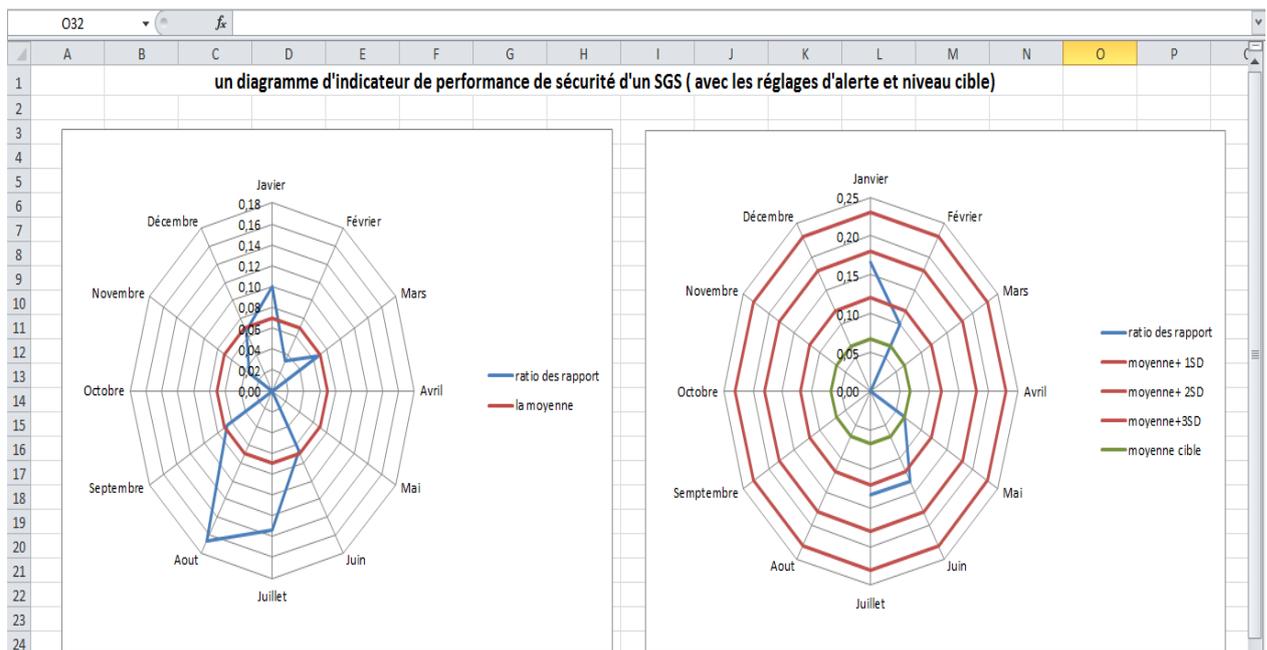
- *Le SPI* : décollage interrompu en raison de problème technique pour 100 décollages
- *Métrique* : (Nombre des RTO en raison de problème technique/ Nombre des décollages)\*100
- *Objectif (la cible)* : réduction de 5% de la valeur moyenne de SPI pour l'année précédente peut être acceptable
- *La fiche technique* :

Année précédente					Année en cours								
Mois	Nombre de décollage	Nombre d'incidents à signaler/MOR	% des RTO	Moyenne	Mois	Nombre total d'FH de la Cie Alpha	Nombre d'incidents à signaler/MOR	% des RTO	Moyenne	Année précédente moyenne + 1 SD	Année précédente moyenne + 2 SD	Année précédente moyenne + 3 SD	Moyenne cible année en cours
Javier	780	2,00	0,26%	0,16%	Décembre	750	3,00	0,40%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Février	700	—	0,00%	0,16%	Janvier	790	2,00	0,25%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Mars	653	1,00	0,15%	0,16%	Février	730	1,00	0,14%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Avril	650	—	0,00%	0,16%	Mars	652	—	0,00%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Mai	600	1,00	0,17%	0,16%	Avril	600	—	0,00%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Juin	620	—	0,00%	0,16%	Mai	600	1,00	0,17%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Juillet	710	1,00	0,14%	0,16%	Juin	610	—	0,00%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Aout	800	3,00	0,38%	0,16%	Juillet	680	2,00	0,29%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Septembre	760	1,00	0,13%	0,16%	Aout	810	4,00	0,49%		0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Octobre	640	2,00	0,31%	0,16%	Semptembre					0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Novembre	600	—	0,00%	0,16%	Octobre					0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
Décembre	750	3,00	0,40%	0,16%	Novembre					0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
		moyenne	0,16%		Décembre					0,30%	0,44%	0,59%	0,15%
		SD	0,14%				Moyenne						
							SD						
	Moyenne+ 1 SD	Moyenne+ 2 SD	Moyenne+ 3 SD										
	0,30%	0,44%	0,59%										

- *Visualisation des résultats* :
  - ✓ Moyenne de l'année précédente = 0,16%
  - ✓ L'écart type = SD = 0,14%
  - ✓ Critères des niveaux d'alerte :
    - ✓ Moyenne+ 1SD = 0,30%
    - ✓ Moyenne+ 2SD = 0,44%
    - ✓ Moyenne+ 3SD = 0,59%
  - ✓ Critère de niveau cible (réduction de 5%)
    - ✓ Moyenne cible = 0,15%



- *Visualisation des résultats :*
  - ✓ Moyenne de l'année précédente = 0,07
  - ✓ L'écart type = SD = 0,05
  - ✓ Critères des niveaux d'alerte :
    - ✓ Moyenne+ 1SD = 0,12
    - ✓ Moyenne+ 2SD = 0,18
    - ✓ Moyenne+ 3SD = 0,23
  - ✓ Critère de niveau cible (réduction de 5%)
    - ✓ Moyenne cible = 0,067
- *Diagramme des résultats :*



Les indicateurs de performance de sécurité de la compagnie avec leurs résultats respectifs en termes de niveaux d'alerte et de niveaux cibles seront assembler et analyser à la fin de la période de surveillance pour savoir si l'objectif de sécurité est atteint ou non.

Pour qu'on puisse faire une analyse des résultats, on prend le deuxième trimestre de l'année précédente comme une période de base et le premier trimestre de l'année en cours comme une période de surveillance.

- *La fiche technique :*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	période de base: 2eme semestre de l'année précédente										période de surveillance: 1er semestre de l'année en cours					
2	indicateur #1: demaine OPS										indicateur #1: demaine OPS					
3	moi	nombre total d'FH de la cie	nombre d'erreur signalé	rapport d'erreur	Moyenne	SD	M+1SD	M+2SD	M+3SD	M Cible	moi	nombre total d'FH de la cie	nombre d'erreur signalé	rapport d'erreur	Moyenne	
4	Juillet	3870	1,00	2,58E-04	2,49E-04	2,06E-04	4,56E-04	6,62E-04	8,68E-04	2,37E-04	Janvier	4090	1,00	2,44E-04	1,76E-04	
5	Août	3904	0,00	0,00	2,49E-04	2,06E-04	4,56E-04	6,62E-04	8,68E-04	2,37E-04	Février	3316	0,00	0,00	1,76E-04	
6	Septembre	3864	0,00	0,00	2,49E-04	2,06E-04	4,56E-04	6,62E-04	8,68E-04	2,37E-04	Mars	3482	0,00	0,00	1,76E-04	
7	Octobre	3973	2,00	5,03E-04	2,49E-04	2,06E-04	4,56E-04	6,62E-04	8,68E-04	2,37E-04	Avril	3549	0,00	0,00	1,76E-04	
8	Novembre	3955	2,00	5,06E-04	2,49E-04	2,06E-04	4,56E-04	6,62E-04	8,68E-04	2,37E-04	Mai	3633	2,00	5,51E-04	1,76E-04	
9	Décembre	4369	1,00	2,29E-04	2,49E-04	2,06E-04	4,56E-04	6,62E-04	8,68E-04	2,37E-04	Juin	3850	1,00	2,60E-04	1,76E-04	
10	indicateur #2: domaine navigation aérienne										indicateur #2: domaine navigation aérienne					
11	moi	Nombre de decollage	Nombre d'incidents à signaler/MOR	% des RTO	Moyenne	SD	M+1SD	M+2SD	M+3SD	M Cible	moi	Nombre de decollage	Nombre d'incidents à signaler/MOR	% des RTO	Moyenne	
12	Juillet	710	1,00	0,14%	0,23%	0,15%	0,37%	0,52%	0,66%	0,22%	Janvier	790	3,00	0,38%	0,14%	
13	Août	800	3,00	0,38%	0,23%	0,15%	0,37%	0,52%	0,66%	0,22%	Février	730	2,00	0,27%	0,14%	
14	Septembre	760	1,00	0,13%	0,23%	0,15%	0,37%	0,52%	0,66%	0,22%	Mars	652	—	0,00%	0,14%	
15	Octobre	640	2,00	0,31%	0,23%	0,15%	0,37%	0,52%	0,66%	0,22%	Avril	600	—	0,00%	0,14%	
16	Novembre	600	—	0,00%	0,23%	0,15%	0,37%	0,52%	0,66%	0,22%	Mai	600	1,00	0,17%	0,14%	
17	Décembre	750	3,00	0,40%	0,23%	0,15%	0,37%	0,52%	0,66%	0,22%	Juin	610	—	0,00%	0,14%	
18	indicateur #3: domaine maintenance										indicateur #3: domaine maintenance					
19	moi	nombre d'inspections réalisées	N° de rapports d'incidents ou dangers liés à la maintenance	ratio des rapports d'incident	Moyenne	SD	M+1SD	M+2SD	M+3SD	M Cible	moi	nombre d'inspections réalisées	N° de rapports d'incidents ou dangers liés à la maintenance	ratio des rapports d'incident	Moyenne	
20	Juillet	30	4	0,13	0,08	0,06	0,13	0,19	0,25	0,07	Janvier	30	5	0,17	0,08	
21	Août	30	5	0,17	0,08	0,06	0,14	0,20	0,26	0,07	Février	30	3	0,10	0,08	
22	Septembre	30	2	0,07	0,08	0,06	0,14	0,20	0,26	0,07	Mars	30	—	0,00	0,08	
23	Octobre	30	—	0,00	0,08	0,06	0,14	0,20	0,26	0,07	Avril	30	—	0,00	0,08	
24	Novembre	30	1	0,03	0,08	0,06	0,14	0,20	0,26	0,07	Mai	30	2	0,07	0,08	
25	Décembre	30	2	0,07	0,08	0,06	0,14	0,20	0,26	0,07	Juin	30	4	0,13	0,08	

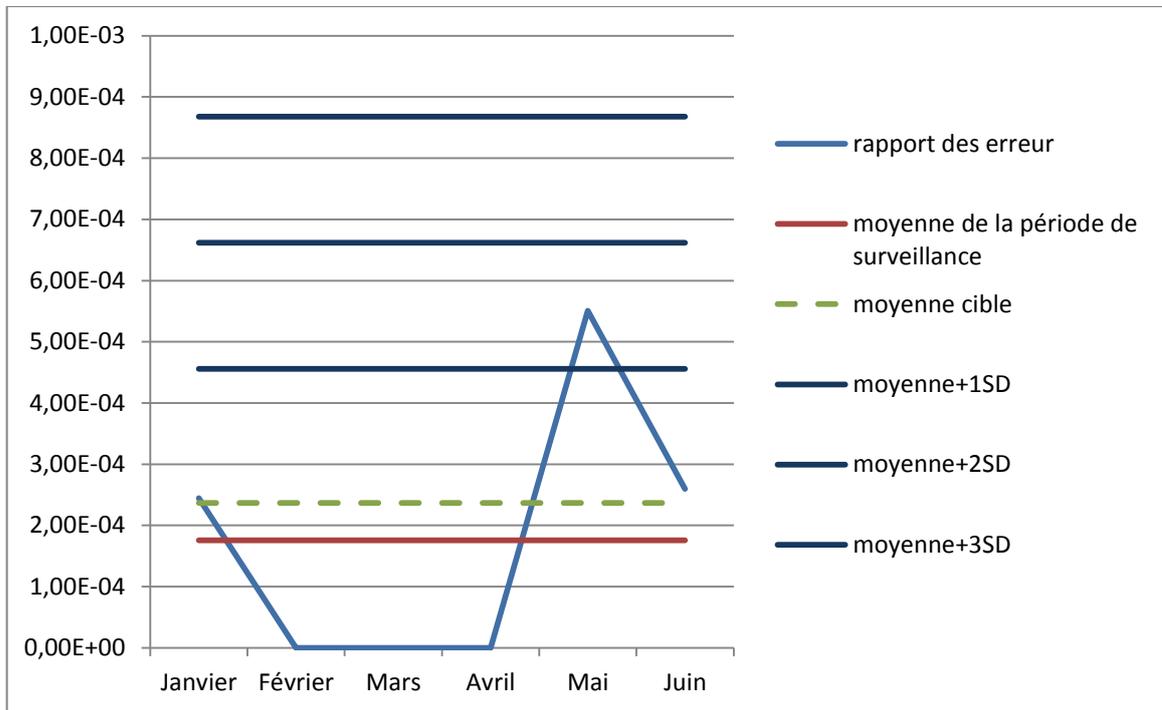
- *Visualisation des résultats :*

**Tableau V.3 : Présentation des résultats**

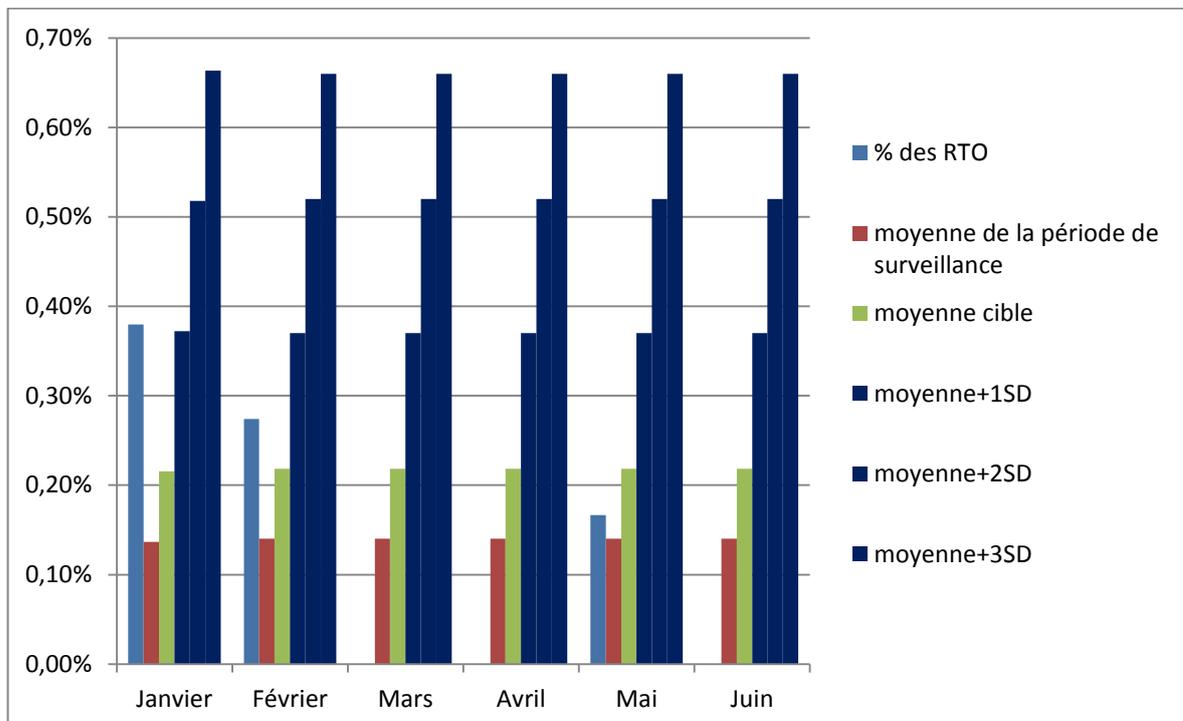
	Moyenne de la période de base	Moyenne cible	Moyenne de la période de surveillance
Indicateur#1 : OPS	2,49E-04	2,37E-04	1,76E-04
Indicateur #2 : Navigation aérienne	0,23%	0,22%	0,14%
Indicateur #3 : Maintenance	0,08	0,07	0,08

- Représentation graphique de la période de surveillance :

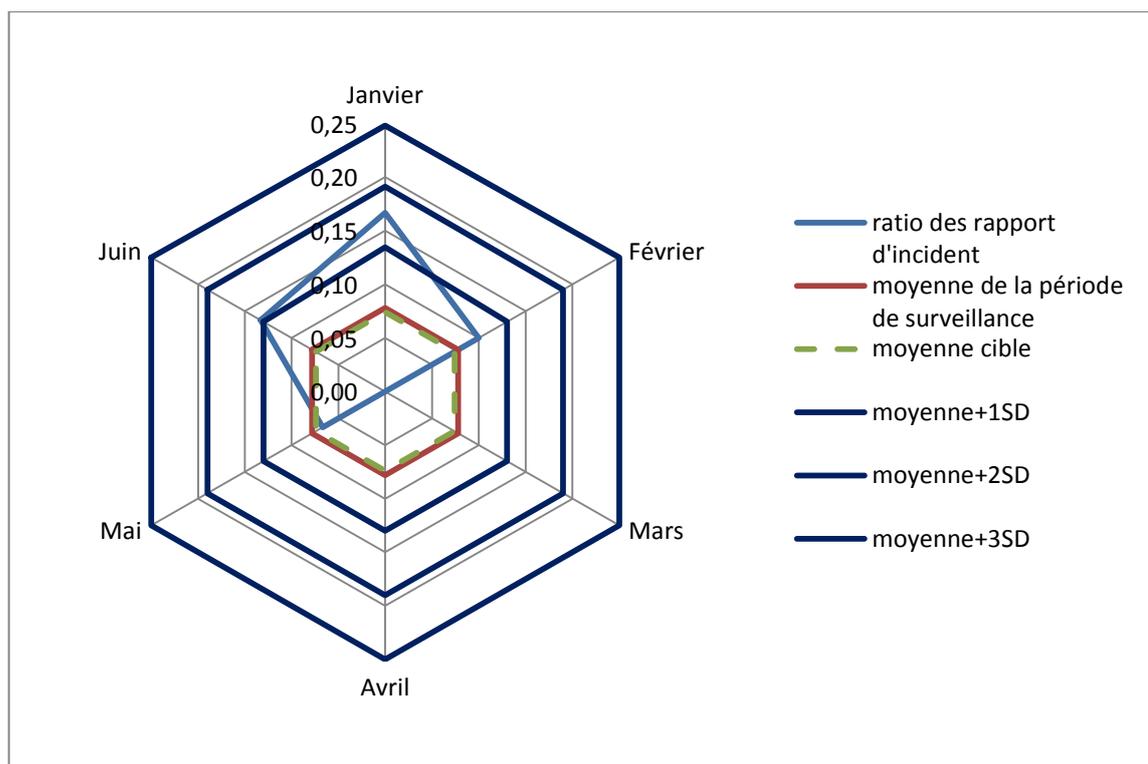
✓ Indicateur#1 : OPS



✓ Indicateur#2 : Navigations Aérienne



✓ *Indicateur#3 : Maintenance*



- *Tableau de bord des résultats :*

**Tableau V.4: résumé des SPI de la période de surveillance**

Indicateur de performance de sécurité et leur résultat					
Description de l'SPI		Critères du niveau d'alerte du SPI	Niveau d'alerte dépassé (oui/non)	Critères du niveau cible	Objectif réalisé (oui/non)
1	Nombre d'erreur en masse et centrage	Moyenne + 1/2/3 SD	Non	Amélioration de 5 % du taux moyen de semestre précédent	Oui
2	Décollage interrompu en raison de problème technique pour 100 décollages	Moyenne + 1/2/3 SD	Non	Amélioration de 5 % du taux moyen de semestre précédent	Oui
3	les rapports d'incidents ou des dangers liés à la maintenance par inspection	Moyenne + 1/2/3 SD	Non	Amélioration de 5 % du taux moyen de semestre précédent	Non

- *Analyse des résultats :*
  - ✓ Le niveau d’alerte, dans les trois cas, n’a pas été dépassé pour les trois indicateurs.
  - ✓ Le taux moyen de l’indicateur des OPS et de la navigation aérienne pour la période de la surveillance est très inférieur d’au moins de 5% que le taux moyen de la période de base, alors on considère que l’objectif de sécurité fixé pour le 1<sup>er</sup> et le 2<sup>ème</sup> indicateur a été réalisé.
  - ✓ Pour l’indicateur de la maintenance, le taux moyen pour la période de surveillance est supérieur de 5% que le taux moyen de la période de base, alors on considère que l’objectif fixé d’une amélioration de 5% n’a pas été réalisé. Dans ce cas, une analyse plus approfondie pour déterminer la source et la cause profonde est attendue.
- *Analyse des causes profonde (RCA) pour l’indicateur de la maintenance :*

Pour trouver la cause profonde ayant provoqué l’échec de l’objectif de 3<sup>ème</sup> indicateur, on utilise la méthode des « 5pouquoi ? » comme une méthode de résolution

**TableauV.5 : une analyse avec la méthode des « 5pouquoi ? »**

	Cause	Problèmes
Pourquoi ?	l’objectif de sécurité n’a pas été atteint	Pourquoi l’objectif de sécurité n’a pas été atteint ?
Pourquoi ?	Le nombre total des incidents de la période de base est identique au nombre des incidents de la période de surveillance	Pourquoi n’est-il pas réduit ?
Pourquoi ?	Une perte de puissance des moteurs de deux avions (problème répétitif n’a pas été résolu)	Pourquoi y avait-il une perte de puissance ?
Pourquoi ?	Le FADEC poursuivait son fonctionnement avec un capteur défectueux de la voie B	Pourquoi y avait-il une défaillance dans le capteur de la voie B ?
Pourquoi ?	La détection d’un écart de mesure entre les capteurs de chacune des voies entraînait le transfert d’autorité de la voie A vers la voie B	<b><i>Cause racine</i></b>

- *Explication de l’évènement :*

Le FADEC assure notamment la régulation du débit carburant et la surveillance du fonctionnement du moteur. Il est composé de deux voies. En cas de défaillance de l’une des voies, la secondaire devient principale (voie « maître »). Les capteurs utilisés sont soit communs aux deux voies (par exemple la mesure de pression carburant dans la rampe commune), soit propres à chaque voie (par exemple la mesure de la pression d’air admise dans les cylindres).

Les mesures effectuées par chacune des voies sont comparées afin de détecter d'éventuels écarts et défauts de fonctionnement.

La perte de puissance d'un moteur est due au perçage d'une tuyauterie de mesure de pression d'air d'admission de la voie B du FADEC (non active en fonctionnement normal).

La détection d'un écart de mesure entre les capteurs de chacune des voies entraînait le transfert d'autorité de la voie A vers la voie B. Le défaut provenant de la voie B, le FADEC poursuivait son fonctionnement avec le capteur défectueux. <sup>[37]</sup>

- *Les mesures correctrices à prendre :*
  - ✓ Une mise à jour logicielle avait été émise afin de résoudre ce défaut.
  - ✓ Des améliorations ont été apportées dans les domaines de la maintenance, de la documentation opérationnels, de la formation des personnels de maintenance.

#### ***V.4. Conclusion***

L'analyse des résultats des SPI nous a permis de surveiller l'évolution des événements, détecter les risques de sécurité émergent et déterminer les mesures correctrices éventuelles à prendre.

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Un « système de gestion de la sécurité » (SGS) est “une approche structurée de gestion de la sécurité, qui englobe les structures, les responsabilités, les politiques et les procédures organisationnelles nécessaires en vue d’assurer une exploitation sûre et la navigabilité des aéronefs”. Le SGS est un système de management, de gestion de l’organisation intégrant la notion de risque. L’introduction du SGS constitue essentiellement une réorganisation d’éléments préexistants et vise à les compléter par une méthodologie de prise en compte systématique.

Il est primordial, pour qu’un SGS fonctionne, d’avoir un recueil et un traitement de données qui fonctionne et qui soit efficace. C’est pourquoi il est conseillé dans un premier temps de se concentrer sur l’amélioration du recueil de données et l’analyse des événements en choisissant des objectifs de sécurité associés pertinents, et en les suivant à l’aide d’indicateurs adaptés.

Un indicateur est un évènement, un fait mesurable, déterminé par un calcul qui identifie de façon qualitative ou quantitative une amélioration ou une dégradation du comportement du procédé soumis à examen au regard d’objectifs stratégiques.

Les SPI reposent sur deux grandes catégories : les indicateurs prédictifs (leading indicator) et les indicateurs réactifs (lagging indicator). Les indicateurs réactifs sont conçus pour contribuer à évaluer si les actions en matière de sécurité (politiques, procédures et pratiques) atteignent les résultats souhaités ou non. Alors que les indicateurs prédictifs fournissent des informations (feedback) sur le niveau de performance d’un SGS avant qu’un accident ou incident ne se produise.

Un mécanisme de suivi des SPI doit être mis en place pour identifier l’évolution (positive ou négative) de la valeur de ces indicateurs. Les modalités de suivi des indicateurs doivent être définies et formalisées (qui est en charge du suivi, quelle est l’origine des données, comment est fait le calcul de l’indicateur, quelle est la fréquence de suivi, etc.)

Les SPI sont utilisés pour surveiller les risques de sécurité connus, détecter les risques de sécurité émergents et déterminer les mesures correctrices éventuelles à prendre. Pour les objectifs risquant de ne pas être respectés, une analyse est menée afin d’en identifier les raisons et de prendre les mesures appropriées (avant d’atteindre des situations critiques). Si l’indicateur ou la valeur cible s’avèrent inadapés, il convient de les redéfinir afin d’améliorer les performances du système.

Les actions qui résultent de cette analyse sont suivies dans le temps afin de vérifier leur efficacité et d’assurer une traçabilité des modifications du SGS.

Les tableaux de bord des SPI accompagnent la prise de décision à tous les niveaux de pilotage des niveaux stratégiques aux niveaux opérationnels.

Les SPI permettent aux employés d'adhérer à la stratégie de la compagnie grâce à des indicateurs qui les impacts dans leur quotidien et leur fonctionnement de tous les jours. Ainsi ils améliorent la visibilité pour les dirigeants de la compagnie sur ce que se passe réellement pour pouvoir mesurer la productivité des employés et améliorer la performance de la sécurité au sein de la compagnie.

## REFERENCSE BIBLIOGRAPHIQUES

1	<a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Air_Alg%C3%A9rie">https://fr.wikipedia.org/wiki/Air_Alg%C3%A9rie</a>
2	<a href="http://portail.airalgerie.dz/web/airalgerie">http://portail.airalgerie.dz/web/airalgerie</a>
3	<i>Direction de l'aéronautique civil / Guide relatif à la mise en œuvre d'un système de gestion de la sécurité par les fournisseurs de service /Royaume du Maroc/ 1<sup>er</sup> édition/ Octobre 2011</i>
4	<i>Doc 9859 de l'OACI/ 3eme édition / 2013</i>
5	<i>Annexe 19 de l'OACI /1ére édition /2013</i>
6	<i>Bulletin d'information de sécurité n° 01/ ENNA / Juillet 2014</i>
7	<i>chapitre 2 (2.16.6) /Doc 9859 de l'OACI/ 3eme édition /2013</i>
8	<i>chapitre 5 (5.4.5.5) / Doc 9859 de l'OACI/ 3eme édition /2013</i>
9	<i>chapitre 5 (5.4.5.7)/Doc 9859 de l'OACI/ 3eme édition / 2013</i>
10	<i>Le Petit Robert est un <u>dictionnaire</u> de langue <u>française</u>/ 2012</i>
11	<i>Pesqueux, Y / Management de la connaissance : un modèle organisationnel /CNAM / 2005.</i>
12	<i>Fernandez, A/. Les nouveaux tableaux de bord des managers, Edition d'organisation/ 2007</i>
13	<i>Lorino, P / Comptes et récits de la performance, Editions d'Organisation /1995</i>
14	<i>Lorino, P/ Méthodes et pratiques de la performance, Editions d'Organisation/2001</i>
15	<i>Fernandez, A / L'essentiel du tableau de bord, Edition d'organisation / 2005.</i>
16	<i>Deslauriers, J.-P. Kérisit, M. /La recherche qualitative : enjeux épistémologiques et Méthodologiques/ 1997.</i>
17	<i>Likert, R / A technique for the measurement of attitudes. Archives of psychology /1932</i>
18	<i>Document d'orientation sur les indicateurs de performance en matière de sécurité /OCDE/ 2<sup>ème</sup> édition / 2008</i>
19	<i>Wreathall, J. /Leading? Lagging? Whatever! Safety Science /2009.</i>
20	<i>Baker, J /The Report of the BP US Refineries Independent Safety Review Pane /2007.</i>
21	<i>Erikson, S.G / Letter to the editor, Safety Science /2009.</i>
22	<i>Reason, J. /Managing the Risks of Organizational Accidents. Ashgate. ISBN /1997.</i>

23	<i>HSE / Developing process safety indicators: a step-by-step guide for chemical and major hazard industries, UK Health and Safety Executive /2006.</i>
24	<i>Pierre Voyer /Tableau de bord de gestion et indicateurs de performance 2<sup>e</sup> édition/ presse l'université du Québec/ 2006</i>
25	<i>Laurent Dufour/ Article « Le tableau de bord : outil de pilotage de votre entreprise » / Septembre 2013/ <a href="http://leblogdudirigeant.com/le-tableau-de-bord-outil-de-pilotage-de-votre-entreprise/">http://leblogdudirigeant.com/le-tableau-de-bord-outil-de-pilotage-de-votre-entreprise/</a></i>
26	<i>Alain Fernandez / Article « Le Tableau de Bord du Manager » / <a href="http://www.piloter.org/mesurer/">http://www.piloter.org/mesurer/</a></i>
27	<i>Bernard Féminier et Daniel Boix, Le tableau de bord facile / Manager d'équipe / Éditions d'Organisation, Paris, p. 3/ 2003</i>
28	<i>Ludovice Andut-Lussier/ Tableau de bord « ABC et meilleur pratique » / Février 2013</i>
29	<i>Myriam Promé-Visinoni / l'analyse approfondie d'évènement / Groupe de travail «Amélioration du processus d'analyse d'incidents» / FHOS / 2014</i>
30	<i>Article « analyse des causes profondes » / <a href="http://www.manufacturingterms.com/French/Root-Cause-Analysis.html">http://www.manufacturingterms.com/French/Root-Cause-Analysis.html</a></i>
31	<i><a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_causes_et_effets">https://fr.wikipedia.org/wiki/Diagramme_de_causes_et_effets</a></i>
32	<i>Sylvie THELLIER / Différentes méthodologies d'analyse des ESR / Décembre 2012</i>
33	<i><a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Cinq_pourquoi">https://fr.wikipedia.org/wiki/Cinq_pourquoi</a></i>
34	<i>Christian Hohman / Article « Arbre des causes » /<a href="http://www.definition-qualite.com/arbre-des-causes.htm">http://www.definition-qualite.com/arbre-des-causes.htm</a></i>
35	<i>chapitre 5 / appendice 6 / Doc 9859 de l'OACI/ 3eme édition / 2013</i>
36	<i>Qualité et innovation / <a href="http://www.qualite-management.com">www.qualite-management.com</a></i>
37	<i>BEA/ étude de sécurité / evenements liés à un dysfonctionnement du moteur / Décembre 2013</i>