



# **Éléments de Cyberdefense d'entreprise**

**de l'analyse de risque à la sécurité opérationnelle**

**Eric DUPUIS**

Publication limitée du Conservatoire National des Arts et Métiers

Copyright © 2019 EDUF@CTION PUBLICATION

Ce document est issu des supports de notes du cours SEC 101 du Conservatoire National des Arts et Métiers

ISBN-13 : 978-1984901149

ISBN-10 : 1984901141

Tous droits de reproduction, d'adaptation et de traduction, intégrale ou partielle réservés pour tous pays.

L'auteur est seul propriétaire des droits et responsable du contenu de cet ouvrage.

*Imprimé en Janvier 2019 via Publication limitée du Conservatoire National des Arts et Métiers*

# Table des matières

I	Cyber généralités	
<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>11</b>
1.1	Avant propos	11
1.2	les axes d'une cybersécurité intégrée	12
1.3	Transformation numérique	14
1.4	sécurité du système d'information	17
1.4.1	Les fonctions SSI de gouvernance	17
1.4.2	Conditions de sécurité	20
1.5	les enjeux légaux	23
1.5.1	Quelques cadres législatifs d'influence	23
1.5.2	Le cadre de certification européen	24
1.5.3	Cyberdefense et loi de programmation militaire	24
1.6	Quelques organismes de référence	24
1.6.1	International et Etats-Unis	25
1.6.2	Europe	26
1.6.3	En France	27
1.7	Quelques associations et groupements professionnelles	27



<b>2</b>	<b>Enjeux pédagogiques</b>	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>Objectifs pédagogiques</b>	<b>29</b>
2.1.1	Les compétences à acquérir	29
2.1.2	Métiers et compétences	30
2.1.3	Compétences et certifications	32
2.1.4	Certifications éditeurs	33
2.1.5	Certifications professionnelles	33
2.1.6	Certifications Hacking	34
<b>2.2</b>	<b>Structure pédagogique du cours</b>	<b>34</b>
2.2.1	Structure du cours	37
2.2.2	Pour s'engager plus rapidement	37

## II

## Gestion des risques

<b>3</b>	<b>La gestion des risques</b>	<b>41</b>
<b>3.1</b>	<b>section</b>	<b>41</b>
3.1.1	section	41
<b>4</b>	<b>Politique de sécurité</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>section</b>	<b>43</b>
4.1.1	section	43
<b>5</b>	<b>Eléments de Cryptologie</b>	<b>45</b>
<b>5.1</b>	<b>Définitions</b>	<b>45</b>
<b>5.2</b>	<b>Des concepts</b>	<b>46</b>
5.2.1	Algorithmes	46
5.2.2	fonction de hashage	47
5.2.3	clefs	48
<b>5.3</b>	<b>de la confiance aux usages en entreprise</b>	<b>50</b>
5.3.1	de l'usure électronique au partage de confiance	51

## III

## sécurité opérationnelle

<b>6</b>	<b>Introduction à la SECOPS</b>	<b>55</b>
<b>6.1</b>	<b>sécurité opérationnelle</b>	<b>55</b>
<b>6.2</b>	<b>Lutte contre la menace</b>	<b>58</b>
6.2.1	Politiques et Stratégies	60
6.2.2	Stratégies d'action	62

6.2.3	les modèles Cybersécurité . . . . .	64
<b>6.3</b>	<b>structure du cours</b>	<b>66</b>
<b>6.4</b>	<b>les métiers de la SECOPS</b>	<b>67</b>
<b>7</b>	<b>Surveiller et Anticiper . . . . .</b>	<b>69</b>
<b>7.1</b>	<b>Fragilités numériques</b>	<b>69</b>
7.1.1	Détecter les fragilités de l'entreprise . . . . .	69
7.1.2	Anticiper et surveiller les menaces . . . . .	70
<b>7.2</b>	<b>Les bases sur les vulnérabilités</b>	<b>71</b>
7.2.1	Fragilités HOT . . . . .	71
7.2.2	Exemples de vulnérabilités . . . . .	73
7.2.3	Faible de programmation . . . . .	76
7.2.4	vulnérabilités et exploits . . . . .	76
7.2.5	vulnérabilités et divulgation . . . . .	76
<b>7.3</b>	<b>CVE, CVSS et CWE</b>	<b>79</b>
7.3.1	Common Vulnerabilities and Exposure (CVE) . . . . .	79
7.3.2	Common Vulnerability Scoring System (CVSS) . . . . .	80
7.3.3	Common Weakness Enumeration (CWE) . . . . .	80
<b>7.4</b>	<b>Les CERTs</b>	<b>81</b>
7.4.1	Les CERTs commerciaux . . . . .	81
7.4.2	La relation avec un CSIRT Interne . . . . .	82
<b>7.5</b>	<b>Gérer ses vulnérabilités</b>	<b>82</b>
7.5.1	Processus de gestion des vulnérabilités . . . . .	83
7.5.2	Audit sécurité des vulnérabilités . . . . .	87
<b>7.6</b>	<b>La gestion des correctifs</b>	<b>89</b>
7.6.1	de l'outillage . . . . .	89
<b>7.7</b>	<b>Les audits</b>	<b>89</b>
<b>7.8</b>	<b>Les équipes</b>	<b>90</b>
<b>7.9</b>	<b>les tests d'intrusion</b>	<b>90</b>
7.9.1	généralités . . . . .	91
7.9.2	le métier de Pentesteur . . . . .	91
7.9.3	Les sociétés de confiance . . . . .	92
7.9.4	Certifications professionnelles . . . . .	92
7.9.5	les rapport d'audits, et cadre méthodologique . . . . .	93
<b>7.10</b>	<b>le Bug Bounty</b>	<b>93</b>
7.10.1	recherche de vulnérabilités . . . . .	93
7.10.2	Quelques entreprises . . . . .	94
<b>7.11</b>	<b>Vulnérabilités et SEC By DESIGN</b>	<b>94</b>

<b>7.12</b>	<b>Compléments</b>	<b>95</b>
7.12.1	Périmètre sous responsabilité de l'entreprise	95
7.12.2	Veille et alerte sur les vulnérabilités	97
<b>8</b>	<b>Détecter et alerter</b>	<b>99</b>
<b>8.1</b>	<b>Avant propos</b>	<b>99</b>
<b>8.2</b>	<b>Menaces et définitions</b>	<b>100</b>
8.2.1	surveiller et anticiper la menace	102
8.2.2	La gestion de la menace	106
<b>8.3</b>	<b>Détecter</b>	<b>107</b>
8.3.1	Arbre d'attaques	108
8.3.2	le déploiement d'une menace en 8 étapes	109
<b>8.4</b>	<b>Surveiller et anticiper : Threat Detection</b>	<b>110</b>
<b>8.5</b>	<b>les traces, journaux, logs</b>	<b>111</b>
<b>8.6</b>	<b>l'usage des log</b>	<b>111</b>
<b>8.7</b>	<b>Log Management</b>	<b>113</b>
<b>8.8</b>	<b>Puits de logs</b>	<b>113</b>
<b>8.9</b>	<b>Gestion de la menace</b>	<b>113</b>
8.9.1	Cibles de menaces	113
8.9.2	Sources de menaces	113
8.9.3	Data Lake	114
8.9.4	Threats Huntings	114
<b>8.10</b>	<b>SIEM, une technologie</b>	<b>115</b>
8.10.1	un peu d'histoire	115
8.10.2	de l'usage d'un siem pour la gouvernance	118
8.10.3	quelques défis des SIEM	123
8.10.4	l'intelligence artificiel	123
<b>8.11</b>	<b>quelques SIEM</b>	<b>123</b>
<b>8.12</b>	<b>L'intégration dans la gestion des incidents ITIL</b>	<b>123</b>
<b>8.13</b>	<b>Le SOC</b>	<b>123</b>
<b>8.14</b>	<b>le SOC de demain</b>	<b>123</b>
8.14.1	Evaluation d'un SOC	124
8.14.2	Les outils connexes d'un SOC	124
<b>8.15</b>	<b>surveiller les fuites</b>	<b>124</b>
<b>9</b>	<b>Réagir et remédier</b>	<b>127</b>
<b>9.1</b>	<b>section</b>	<b>127</b>
9.1.1	section	127

<b>Bibliographie</b> .....	<b>131</b>
Articles	131
Ouvrages	131
<b>Index</b> .....	<b>131</b>







# Cyber généralités

<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>11</b>
1.1	Avant propos	
1.2	les axes d'une cybersécurité intégrée	
1.3	Transformation numérique	
1.4	sécurité du système d'information	
1.5	les enjeux légaux	
1.6	Quelques organismes de référence	
1.7	Quelques associations et groupements professionnels	
<b>2</b>	<b>Enjeux pédagogiques .....</b>	<b>29</b>
2.1	Objectifs pédagogiques	
2.2	Structure pédagogique du cours	





# 1. Introduction

## 1.1 Avant propos

Chaque jour, la presse se fait l'écho d'attaques et de piratages informatiques, de fragilités découvertes dans les produits et services incluant des codes logiciels, de vols de données, ou de divulgations d'informations sensibles. Derrière ces incidents, nous découvrons des menaces de tout ordre, actions criminelles, étatiques, hacktivisme. Construire des systèmes sûrs, les protéger et les défendre, dans une société en ou d'accélérer la digitalisation est devenu un challenge quotidien pour des équipes spécialisées qui luttent contre ces menaces. La cybersécurité est un domaine de mythes et de légendes. Ses activités plongent au plus profond de notre histoire avec des notions comme la course entre le méchant et le gentil, le gendarme et le voleur jusqu'au corsaire et au pirate, en n'oubliant pas les luttes secrètes entre les espions et le contre-espionnage. Une thématique qui résonne, donc comme un domaine de romans, qui se traduit toutefois par une réalité souvent moins réjouissante pour les équipes chargés de la cybersécurité dans les entreprises. Les métiers de la cybersécurité sont nombreux, pour certains très techniques, d'autres plus fonctionnels, juridiques, ou managériaux.

La cybersécurité est une discipline transverse et interdisciplinaire à plusieurs titres :

- nécessité de maîtriser les nombreuses technologies des systèmes d'informa-



tion ainsi que leurs zones de fragilités ;

- nécessité de maîtriser de nombreuses solutions de sécurité permettant de couvrir, en n'oubliant qu'elles aussi peuvent être fragiles (Cf. Certification et Qualification de produits de sécurité et Critères communs) ;
- nécessité de faire coopérer des métiers et des cultures différentes ;
- nécessité de gérer l'entreprise dans des cadres de conformité souvent complexes et coûteux.



FIGURE 1.1 – Cybersécurité : un domaine holistique

Ces métiers concourent tous à une seule et même mission, : assurer la continuité de la mission ou du service en préservant le patrimoine de l'entreprise contre toute menace dans l'environnement numérique.

## 1.2 les axes d'une cybersécurité intégrée

La cybersécurité dans une entreprise est donc une co-activité d'hommes de l'art. Soutenu et contraint par des lois, des règlements, des normes, des méthodologies, et de technologies spécialisées c'est un domaine en perpétuelle évolution. Il nécessite pour être efficace d'être orchestré pour maintenir en condition de sécurité une organisation dont le périmètre peut être complexe.

Il y a de nombreuses manières d'aborder la cybersécurité au sein de l'entreprise, et nombreux ouvrages spécialisés en détaillent les concepts et les méthodologies. Nous avons toutefois délibérément choisi ici de confronter, si ce n'est



corréler, dans un seul support, trois domaines qui apparaissent souvent dans la littérature comme des domaines d'expertise différents : la gestion des risques, la gouvernance de la cybersécurité, et la cybersécurité opérationnelle.

Nous avons donc fait ce choix de structurer notre approche suivant le prisme de la cyberdéfense d'entreprise avec une analyse en trois axes majeurs qui résument les difficultés dont relève cette discipline holistique (**sch13**).

### Politiques et stratégies

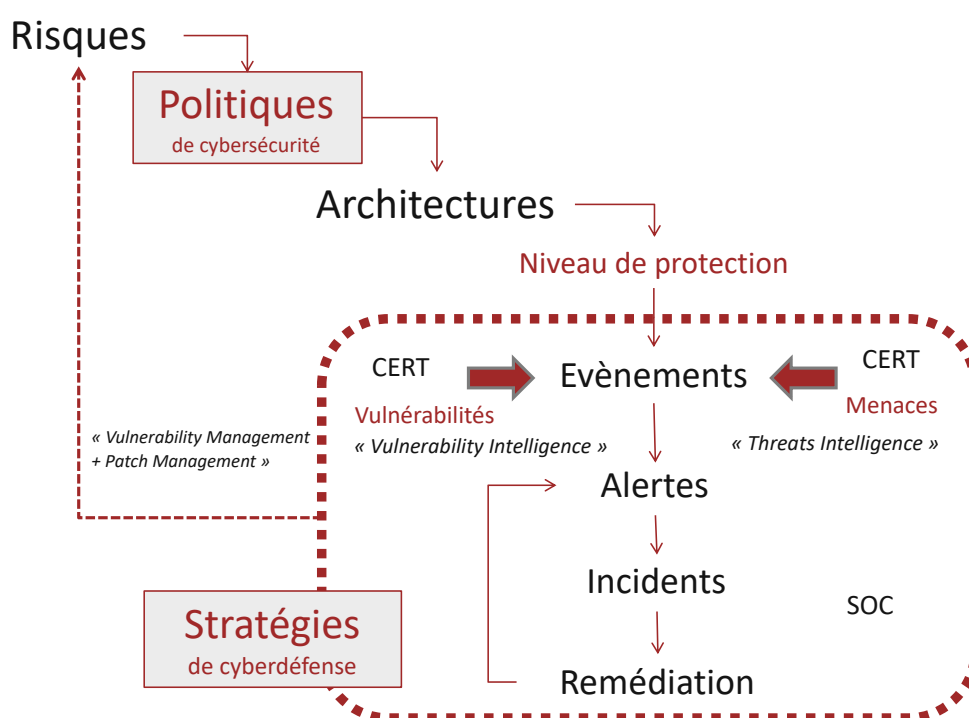


FIGURE 1.2 – Processus Cyber d'entreprise

La figure 1.2 présente la dynamique avec laquelle nous avons structuré dans ce document.

De **l'analyse de risque**, nous pouvons déduire et/ou modifier des politiques de sécurité adaptées. Sur la base de l'existant, il est alors possible d'adapter ou simplement de mieux utiliser ou configurer les architecture techniques et organisationnelles pour définir un niveau de protection attendu. Il y a malheureusement toujours un écart entre les mesures de sécurité souhaitées et la réalité des mesures déployées. Que ce soit des défauts de configuration, des délais de mise en place plus longue prévu, le système n'est que très rarement au niveau décrit dans les éléments de spécification ou les documents d'assurance sécurité. Mesu-



rer ce niveau, analyser les écarts et remédier relève d'un des grands thèmes de la gouvernance sécurité. Il reste à lui seul un consommateur à plus de 30% des charges d'activité de cette gouvernance.

Après avoir défini des **politiques de sécurité** et mesurer leur déploiement dans l'environnement de l'entreprise, il n'en demeure pas moins que l'ennemi est toujours à ses portes et de plus en plus souvent, il arrive à pénétrer le périmètre de sécurité. Non pas que les barrières et filtre de l'entreprise ne sont plus efficaces mais simplement parce que l'attaquant change plus souvent de stratégie que l'entreprise de politique. La sécurité se doit d'être plus dynamique. L'entreprise doit faire face à des attaquants qui ne raisonnent pas sous forme de politiques d'attaque, mais en stratégie d'action. L'entreprise doit raisonner aussi de la même manière pour se défendre. C'est à ce titre que l'on parle de stratégie de Cyberdéfense. C'est avec stratégies de « cyberdéfense » que nous aborderons les moyens organisationnels et techniques à mettre en place.

Vous trouverez dans ce document une terminologie qui peut être certaines fois éloigné des expressions classiques de la sécurité informatique.

J'ai choisi de d'utiliser et mixer sans trop de complexes des termes et concepts issus du monde militaire (renseignement, tenir une position, infiltration ...) et de nombreux autres issus de l'univers médical (infection, épidémie, comportement). Ces incursions dans les analogies d'autres champs professionnels, bien que présents pour illustrer certains concepts, n'en demeurent pas moins justifiés par leurs usages de plus en plus répandus dans le monde de la cybersécurité. Par ailleurs, les termes sécurité, et cybersécurité pourront être utilisés indifféremment dans le corps de ce document.

### 1.3 Transformation numérique

La cybersécurité est devenue en quelques années un axe fondamental dans la prise en compte de ces nouveaux risques sociétaux qu'apporte l'informatique au cœur de chaque activité sociale, économique ou politique.

la transformation digitale d'une grande partie des acteurs économiques apporte de nouveaux risques.

Le législateur s'en est saisi depuis bien des années avec de nombreuses réglementations et lois permettant de protéger en particulier, le citoyen et l'Etat.

On notera en particulier dans cette évolution du cadre réglementaire, la protection des données personnelles, mais aussi la protection de la nation avec la dynamique de Cyberdéfense soutenue par les différentes lois de programmation militaire. L'entreprise se trouve quant à elle prise en sandwich entre les exigences de l'état et les désirs de liberté que défend le citoyen. Il faut aussi noter que le ci-



toyen est souvent un salarié et son rôle dans la cybersécurité de l'entreprise peut soulever des problématiques complexes.<sup>1</sup>

Se sentir en sécurité dans un monde de transformation digitale c'est bien entendu disposer des moyens de se protéger et protéger son patrimoine, que ce dernier soit ou non informationnel, mais aussi de le défendre en continue. Il est moins de moins en moins accepté de le protéger, en érigeant des murs épais, solides et supposés infranchissables. L'entreprise a besoin de faire circuler rapidement les savoirs, de partager largement des informations entre les salariés, les clients, les citoyens, les fournisseurs...

Il est donc nécessaire de correctement définir les biens vitaux ou essentiels pour y mettre les meilleurs moyens pour les défendre. Par ailleurs comme toute activité protégée et défendue qui peut subir des dommages, il est important de structurer l'activité numérique d'une entreprise ou d'une organisation pour pouvoir fonctionner en mode dégradé, et revenir à la normale en moins de temps possible.

Entre une maîtrise des risques cyber et une capacité de se défendre et réagir, il est nécessaire de disposer déjà d'un bon niveau de protection adaptée aux enjeux du numérique. Il existe de nombreuses définitions de cette cybersécurité.

Pour ma part je vous propose de poser pour la suite de mon propos, une définition simple, qui a ses détracteurs mais qui résume en une pseudo équation la manière dont nous traiterons ce domaine dans ce cours .

#### 👁 **Une définition de la cybersécurité :**

$$Cybersécurité \cong Cyberprotection \oplus Cyberdéfense \oplus Cyberrésilience \quad (1.1)$$

<presentation>

### Une définition de la cybersécurité

$$Cybersécurité \cong Cyberprotection \oplus Cyberdéfense \oplus Cyberrésilience \quad (1.2)$$

La cybersécurité est l'enchaînement opéré, organisé, documenté, piloté, optimisé de trois environnements d'ingénierie :

— **Protéger** l'environnement par les mesures et solutions technologies adap-

<sup>1</sup>. Lanceurs d'alertes, comportements déviants



tées au niveau de risque que l'entreprise est prêt à prendre ;

- **Défendre** les actifs les plus sensibles de l'entreprise en surveillant et combattant la menace (y compris l'image de l'entreprise) ;
- assurer **la continuité et la reprise d'activité** de l'entreprise face à tout incident rendant indisponible tout ou partie d'une fonction essentielle de celle-ci.

La Cybersécurité c'est donc avant-tout la mise en place de mécanismes de protection des biens et des processus numériques sensibles. C'est historiquement avec cette première dynamique que l'entreprise déploie des solutions de sécurité.

Toutefois, malgré ce niveau de protection et souvent les lourds investissements réalisés dans des composants de sécurité périmétrique, l'entreprise peut se faire surprendre avec des attaques contournant ces mesures. Face à ces attaques, l'entreprise découvre que la solidité de l'entreprise n'est pas directement liée aux investissements sur les systèmes de protections. Il lui faut anticiper les menaces, les détecter non seulement sur son périmètre mais aussi dans l'écosystème de l'environnement les menaces potentielles. Ces menaces exploitent des vulnérabilités qu'il convient de détecter en amont.

Malheureusement, malgré ces mesures de protection et de défense qui permet de réagir vite et efficacement, il arrive que des attaques informatiques arrivent à leur fin. La capacité de l'entreprise à revenir à une situation normale, avec un contexte assaini est un critère dont un chef d'entreprise appréciera la valeur qu'après un incident.

Il fut une époque pas si lointaine, ou dans l'évaluation de la probabilité d'une attaque, l'analyste consacrait du temps. Aujourd'hui bien que ce paramètre continue quand même à être pris en compte, l'analyste positionne cette probabilité à 100%. (cf. figure 1.3)

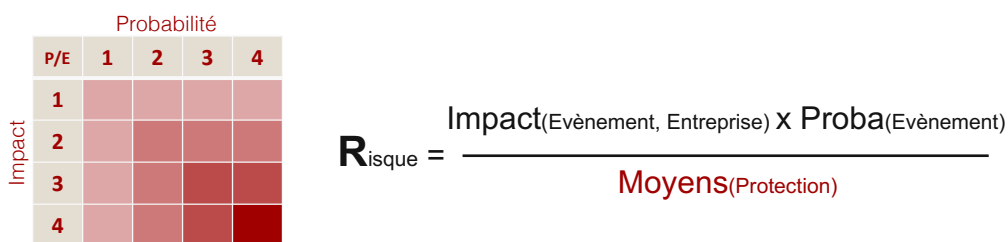


FIGURE 1.3 – le cyber-risque


Car l'ensemble des experts du domaine est globalement en accord sur la posture que doivent prendre les entreprises et les organisations : « Le temps n'est plus de savoir si on sera attaqué ou pas, mais plutôt de savoir quand et comment on





le sera », qui concrètement se résume à la certitude que tout incident de sécurité peut se produire.

Dans les modèles d'analyse de risque et d'évaluation de la cybersécurité, l'analyste se positionne aujourd'hui du point de vu de l'attaquant. Ce regard lui permet de mieux comprendre la menace comme équation duale du risque, mais vu de l'énergie dépenser par l'attaquant et du risque qu'il prend. (cf. figure 1.4)



$$M_{\text{ menace }} = \frac{\text{Valeur}_{(\text{Cible})} \times \text{Fragilités}_{(\text{Entreprise})}}{\text{Moyens}_{(\text{Attaque})} \times \text{Risques}_{(\text{Attaquant})}}$$

FIGURE 1.4 – La menace : une vision de l'attaquant

## 1.4 sécurité du système d'information

Le système d'information est au coeur de ce « monde digital », et il est le lieu d'activités humaines très denses, permettant à des utilisateurs de réaliser leurs activités, professionnelles ou privées, à l'aide de processus informatiques et de services.

Ces activités doivent de plus en plus faire face à tout un système d'agression orchestré par des attaquants non seulement humains mais aussi « automatiques ». On observe aujourd'hui une multitude de situations critiques, incertaines dont l'occurrence quasi quotidienne provient de phénomènes variés, humains (isolés, en réseau, ...), physiques et/ou technologiques. Parmi ces difficultés qui profitent aux pirates informatiques il y a de nombreuses failles ou fragilités que nous découvrirons, provenant des systèmes du SI sans lesquelles ils ne pourraient exploiter leurs attaques. Ces phénomènes sont une menace pour les conditions de sécurité du système d'information.

### 1.4.1 Les fonctions SSI de gouvernance

Au sein des grandes entreprises, il existe de nombreuses fonctions ou missions pour gouverner, piloter cette sécurité numérique.

- **Le gestionnaire de risque** ou *Risk Manager* qui porte l'animation de la gestion des risques dans les projets ou dans l'entreprise ;



- **Le responsable sûreté / sécurité** généralement responsable de la sécurité physique ou sein de l'entreprise (vol, intrusion physique, contrôle d'accès). Il endosse le plus souvent la responsabilité des biens et des personnes ;
- **L'audit et le contrôle** : Au sein des grandes organisations, il peut exister un service "indépendant" dont la mission est d'auditer et de contrôler les activités des services ;
- **Les RSSI** : Responsables de la sécurité des Systèmes d'Information ;
- **Les DSSI** : Au sein des grandes entreprises, les RSSI globaux ne dépendent plus trop de DSI, et possèdent le rang de directeur ;
- **Le DPO** : la dernière responsabilité apparue dans l'environnement de la sécurité (En France successeur du CIL , Correspondant Informatique et Liberté) (*Data Protection Officer*).

Nous ne présentons rapidement ici que ceux qui seront utilisés directement dans ce document et qui sont fortement en liaison avec la sécurité des systèmes d'information.

### Les DSSI et RSSI

Au sein de l'entreprise, il est important que quelqu'un porte la charge de suivre ces conditions de sécurité. C'est le rôle du RSSI (Responsable de la sécurité des systèmes d'information). La mission de ce RSSI d'entreprise est de protéger son Système d'Information (SI), de le mettre dans une posture d'amélioration continue tant de son système de protection que de son système de défense. Le RSSI n'est pas seul pour assumer ces missions, à tous les niveaux de l'entreprise, s'organise des fonctions de sécurité tant au sein de la DSI (auquel est souvent rattaché le RSSI), qu'au sein d'autres activités de l'entreprise.

### Le DPO

A partir de mai 2018, une responsabilité plus juridique liée à la protection des données a été rendue plus visible avec la nécessité de disposer d'un DPO en entreprise (Data Protection Officer) héritier en France du Correspondant Informatique et Liberté *CIL*. Nous n'aborderons pas la fonction, les missions et la dynamique de responsabilité du DPO ici. Il faut toutefois que cette fonction possède de nombreux recouvrements dans la chaîne de gouvernance du risque "informatique" auprès des directions d'entreprise. Orienté vers la protection des données à caractère personnel, le tropisme de la fonction peut conduire certaines structures à oublier des pans importants des risques numériques comme :

- la protection du patrimoine informationnel. (Espionage industriel).



- la protection des systèmes d'information contre risques de ruptures de services (Continuité d'activité)

### L'officier de sécurité de défense

Pour les entreprises traitant des informations classifiées de défense ou liées aux contraintes de la classification de l'état, il est indispensable de se doter d'une fonction OS de défense. Son rôle est de s'assurer de la conformité à l'Instruction Générale Interministérielle IGI 1300 pour le "Confidentiel Défense" et l'Instruction Interministérielle I1901 pour le "DIFFUSION RESTREINTE".

Nous resterons donc dans le cadre fonctionnel de la Cybersécurité dans son volet protection des Systèmes d'information et gestion des risques numériques. Quand nous aborderont des sujets en forte adhérence avec les dynamiques de la GDPR nous donnerons les liens et les indications adaptés pour les DPO. Par exemple, nous aborderons l'usage des données nominatives collectées et traitées dans les SIEM, ou celle recueillis sur le DarkWeb etc ...



Consulter le site [www.cnil.fr](http://www.cnil.fr) pour parfaire ses connaissances en matière de réglementation européenne sur la protection des données personnelles.

### Responsabilités SSI

Le maintien des conditions de sécurité du système d'information des grandes entreprises nécessite un RSSI Central ou une fonction semblable rattachée à un niveau plus global de l'entreprise. On découvre ainsi des RSSI rattachés à la direction des risques, la direction générale, au contrôle interne ...

Il n'y pas de rattachement bien défini. La couverture de responsabilité dépend grandement de la taille et de l'activité de l'entreprise, mais aussi de la maturité de celle-ci en matière de gestion de risque et de gouvernance. Il peut y avoir des RSSI par entité, par projet à l'intérieur d'une entreprise. Leur mandat est fixé en fonction des enjeux sécurité de ces entités ou ces projets.

Le fin mot de l'histoire est le « R » de RSSI. Son domaine de responsabilité dépendra de son mandat pour assumer ce rôle de garant d'un environnement « possédant » des bonnes conditions de sécurité. La gouvernance de la sécurité, est au coeur du métier du RSSI. La discipline que pilote un RSSI dans l'entreprise se nomme GRC (Gouvernance, Risque et Conformité)

La notion de système d'information a profondément évoluée ces dernières années. Le périmètre des risques digitaux inclut maintenant des systèmes et services externes à l'entreprise. Beaucoup d'entre eux sous la forme de réseaux sociaux,



de services cloud ouvrant par ailleurs le domaine de supervision à la téléphonie avec les smartphones et leurs applications professionnelles ou non.

Bien entendu en fonction de la taille de l'entreprise et de ses enjeux, on peut disposer au sein de l'entreprise de nombreuses personnes ayant une fonction de RSSI.

Le métier est riche et dispose d'un spectre de responsabilité et d'activité très large en terme de poste on y trouve par exemple :

- **RSSI d'entreprise** : Responsable de la sécurité de sa structure.
- **RSSI Projet** : La responsabilité sécurité couvre le projet. Le RSSI on parle souvent de « security by design ». La responsabilité dans ce type de poste recouvre l'intégration de la sécurité dans le système, le suivi des indicateurs définis (contractuels, ou réglementaires), la remontée des indicateurs de suivi de sécurité à la MOA (Maîtrise d'ouvrage), la prise de décision autour des choix de sécurité ....
- **RSSI Produit / Service** : Au delà de ce qui est fait pour un projet, le RSSI produit a en charge de gérer la sécurité opérationnel c'est à dire Maintenir la sécurité de son produit ou de son service.
- **RSSI d'un département, d'une organisation intermédiaire** : A l'image d'un RSSI d'entreprise, il assure toute les tâches de gouvernance, il applique et fait appliquer les directives et politique de sécurité aux équipes du département / division / structure intermédiaire, il déploie les actions décidée dans la chaine fonctionnelle sécurité
- **RSOP** : Le responsable sécurité opérationnelle, est souvent une RSSI dépendant d'une DSI, il est généralement et dans beaucoup de d'entreprise de taille moyenne le RSSI technique. Il assure opérationnellement la mise en place technique des politiques de sécurité et maintien en condition de sécurité l'ensemble de l'environnement informatique. Il est aujourd'hui au coeur de la sécurité opérationnelle face aux attaques et aux crises cyber.

### 1.4.2 Conditions de sécurité

Les conditions de sécurité représentent les propriétés fondamentales du SI, appelées : DICT, qui favoriseront le fonctionnement optimisé du SI et éviteront l'avènement d'incidents de sécurité irréversibles ou même gênants pour son fonctionnement. D'un certain point de vue, les conditions de sécurité représentent le paramétrage du SI pour lequel le système fonctionne bien dans des conditions de sécurité « connues et approuvées »

Ces fameux critères **DICT** ou propriétés de sécurité des systèmes d'information vise les objectifs suivants :



👁 **DISPONIBILITE** : le système doit fonctionner sans faille (arrêt, ou dégradation) durant les plages d'utilisation prévues et garantir l'accès aux services et ressources définies et installées avec le temps de réponse attendu.

👁 **INTEGRITE** : Les données doivent être celles que l'on attend, et ne doivent pas être altérées de façon fortuite, illicite ou malveillante. En clair, les éléments considérés doivent être exacts et complets.

👁 **CONFIDENTIALITE** : Seules les personnes autorisées peuvent avoir accès aux informations qui leur sont destinées. Tout accès indésirable doit être empêché.

👁 **TRACABILITE** : (ou preuve) : garantie que les accès et tentatives d'accès aux éléments considérés sont tracés et que ces traces sont conservées et exploitables.

D'autres aspects peuvent aussi être considérés comme des objectifs de la sécurité tels que :

👁 **AUTHENTICITE** : l'identification des utilisateurs est fondamentale pour gérer les accès aux espaces de travail pertinents et maintenir la confiance dans les relations d'échange. On voit aussi dans la littérature la terminologie « critères ACID (Authentification, Confidentialité, Intégrité, Disponibilité) ».

👁 **NON-REPUDIATION** : La non-répudiation et l'imputation : aucun utilisateur ne doit pouvoir contester les opérations qu'il a réalisées dans le cadre de ses actions autorisées et aucun tiers ne doit pouvoir s'attribuer les actions d'un autre utilisateur.

Dans notre contexte d'activité économique dense et en perpétuel renouvellement, les conditions de sécurité sont en perpétuelle évolution, c'est pourquoi on parle d'un cycle de vie vertueux au cours duquel les nouveaux paramètres tirent profit des expériences passées. Ainsi, l'amélioration continue également appelée « lean management » dans d'autres domaines (industrie, ...) travaille-t-elle sur le cycle de vie des conditions de sécurité souvent appelé PDCA pour Plan, Do, Check, Act (roue de Deming).

Ce cycle de vie doit néanmoins être maîtrisé par le RSSI en place avec ses équipes, il faut co-produire ces conditions de sécurité, cette maîtrise est complexe, fortement dépendante du contexte de l'entreprise, c'est pourquoi elle doit être ac-



compagnée d'une méthodologie rigoureuse et partagée qui constitue le savoir-faire de base du RSSI et de son équipe. Par ailleurs, parmi ces conditions, certaines sont universelles et d'autres propres à chaque entreprise.

Comme le montre le diagramme 1.5, il est possible aussi d'utiliser un cycle de vie sécurité de type projet, qui se rapproche par ailleurs de la manière dont nous avons structurer ce document . Dans cette optique, ce cadre méthodologie a

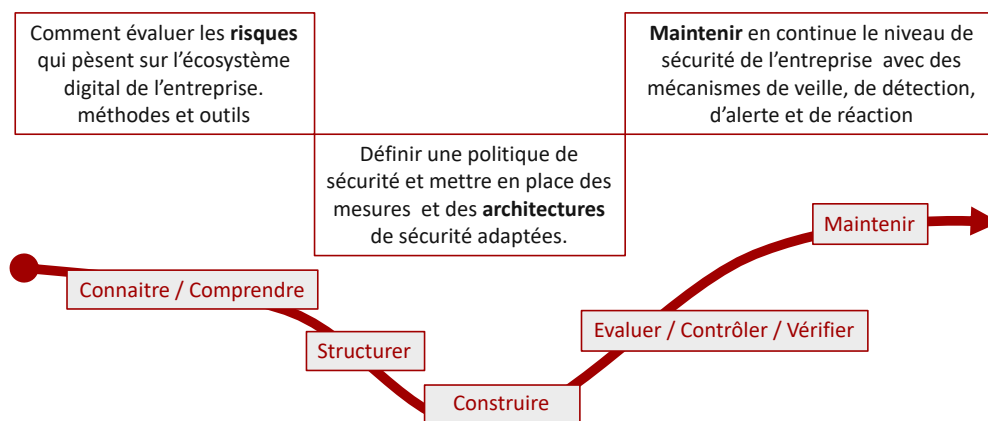


FIGURE 1.5 – Cycle de vie sécurité dans les projets

été défini par le sous-comité 27 de l'ISO, par le bouquet de normes ISO 27x. Il s'agit également d'un ensemble de bonnes pratiques et de bon sens, que le RSSI peut suivre au travers de 3 Volets fondamentaux qui constituent les référentiels utilisés pour ce cours sur la cybersécurité. La norme 27001 est en particulier un cadre pour organiser la dynamique de la mise en condition de sécurité de l'entreprise et son maintien dans le temps. Cet environnement que le RSSI doit bâtir est le système de management de la sécurité (SMSI).

Pour notre propos, nous avons soutenu méthodologiquement nos trois modules de ce document , par trois cadres normatifs :

- Identifier ses cyber-risques sur la base de méthodologies que l'on retrouve dans l'environnement ISO/CEI 27001/27005 mais aussi sur la méthodologie EBIOS de l'ANSSI (Méthode EBIOS RM en particulier) ;
- Elaborer une politique de cybersécurité sur la base des cadres ISO/CEI 27001 et 27002, en n'oubliant pas les architectures de sécurité et la sécurité des architectures associées ;
- Détecter en amont des attaques et savoir réagir à ses cyber-incidents en se basant sur ISO 27035 et sur la continuité d'activité avec l'ISO 22301 et 27031.



👁 **Pourquoi des normes dans ce document ?** : L'objectif de ce document , n'est pas de présenter en détail un cadre normatif, mais bien de les utiliser pour ce qu'elles sont : des langages communs permettant d'appréhender une terminologie, des méthodologies, des outils. L'ISO 27001 comporte un grand nombre de normes (plus de 50. . . ) qu'il convient de connaître comme outils terminologiques et de référence. Leur maîtrise nécessite une spécialisation le plus souvent demandée pour des métiers de conseil ou d'implémentation pour une certification.

Ces documents définissent un cadre méthodologique et normatif pour définir, créer, élaborer maintenir, améliorer les conditions ou les critères de sécurité pour le fonctionnement du système protégé et surveillé. Ils permettent aux acteurs de l'entreprise évoluant autour du métier RSSI un cadre méthodologique ainsi qu'un "how to" du maintien en conditions de sécurité. C'est en particulier au travers de ces trois axes que la mission de RSSI repose. Le nombre d'entreprises prêtes à accueillir des spécialistes de ce savoir-faire est en forte augmentation car les PME/PMI ont pris conscience que la sécurisation de l'entreprise est devenu primordiale pour « survivre » dans l'écosystème digital de nos sociétés modernes. Les contraintes légales issues de la Loi de Programmation Militaire (LPM), de la Règlementation pour la Protection des Données Personnelles (RGPD), de la directive NIS nécessitent de disposer d'une vision globale et transverse tant technique, qu'organisationnelle ou humaine de la cybersécurité.

Nous tenterons donc dans la suite du cours, de vous donner des contextes d'usages de ces cadres normatifs indispensables pour aborder la cyberdéfense d'entreprise.

## 1.5 les enjeux légaux

Beaucoup d'environnements normatifs sont issus de la pression des différents cadres législatifs sur le marché. Que ce soit avec la pression du grand public ou avec les enjeux stratégiques et économique des pays, ces lois organisent profondément les modes de gouvernance de la sécurité en entreprise.

### 1.5.1 Quelques cadres législatifs d'influence

Parmi les grandes lois qui ont influencé le monde de la sécurité des entreprises ces dix dernières années :


- En France, le cyberdéfense est largement orientée par les différentes « Lois de programmation militaire » avec des directives nationale de sécurité par




grands domaines d'infrastructures vitales.

- En Europe deux grandes directives ont donné plus de responsabilité aux entreprises dans l'engagement sécurité avec GDPR et NIS qui sont déclinés en droits français via la CNIL, et l'ANSSI. On notera par ailleurs la montée en puissance dans la confiance numérique avec le cadre de certification européen.
- Aux Etats Unis, le *Cloud security Act*, a bouleversé la vision des risques numériques des états avec les potentielles nuisances liées à l'extraterritorialité de lois américaines
- En Russie et en Chine, plusieurs lois autour de l'usage d'internet interpellent les entreprises et en particulier celles du numérique sur la protections des données de leurs clients ou utilisateurs de leurs services.

### 1.5.2 Le cadre de certification européen

Le règlement établit un cadre européen de certification <sup>2</sup> de cybersécurité pour harmoniser à l'échelle européenne les méthodes d'évaluation et les différents niveaux d'assurance de la certification, au sein duquel l'ENISA trouve toute sa place. Les certificats délivrés bénéficieront d'une reconnaissance mutuelle au sein de l'Union européenne (UE).

### 1.5.3 Cyberdéfense et loi de programmation militaire

Pour ceux intéressés par les contraintes et cadre généraux de la cyberdéfense au sein des lois de programmation successives (2008, 2013, 2019 ...) il est conseiller d'aller voir sur le site de l'ANSSI. Les différentes LPM ont fait évoluer le cadre réglementaire pour assurer à la France une capacité de défendre la continuité de l'état et des infrastructures vitales du pays (Cf. Opérateurs d'infrastructures vitales) <sup>3</sup>.

## 1.6 Quelques organismes de référence

La normalisation et la réglementation en matière de cybersécurité est riche mais certaine fois complexe. Le plus simple pour s'enrichir de ces savoirs et surtout pour disposer des meilleurs informations à la sources autant "fréquenter" les sites internet institutionnels des organismes qui sont et continuent à être les points de référence dans le domaine de cybersécurité.

2. <https://www.ssi.gouv.fr/entreprise/reglementation/cybersecurity-act-2/le-cadre-de-certification-europeen>

3. <https://www.ssi.gouv.fr/entreprise/protection-des-oiv/protection-des-oiv-en-france/>





Je vous propose de donner quelques pointeurs sur des organismes experts de référence du point de vue occidental par portée.

### 1.6.1 International et Etats-Unis

Au niveau international, on ne peut éviter les Etats-Unis, un pays qui oeuvre fortement dans le domaine des standards.

Le National Institute of Standards and Technology, ou NIST est une agence du département du Commerce des États-Unis. Son but est de promouvoir l'économie en développant des technologies, la métrologie et des standards avec l'industrie.

- NIST COMPUTER SECURITY RESOURCE CENTER [↗](#)<sup>4</sup>
- NIST INFORMATION TECHNOLOGY LABORATORY [↗](#)<sup>5</sup>

On notera en particulier les référentiels cryptographiques du NIST et ceux liés à la cyberdéfense en particulier avec le *CyberSecurity FrameWork*

#### SEI : Université de Carnegie Mellon

Le Software Engineering Institute (SEI) est un centre de recherche-développement financé par des fonds fédéraux et placé sous le parrainage du département de la Défense des États-Unis; son fonctionnement incombe à Carnegie Mellon University. Le SEI travaille avec des organisations pour apporter des améliorations significatives à leurs capacités d'ingénierie logicielle en leur fournissant le leadership technique afin de faire progresser la pratique de l'ingénierie logicielle. Le CERT Division du SEI est l'entité qui fait autorité et cherche à améliorer la sécurité et la résilience des systèmes et réseaux en particulier dans le domaine du logiciel( Carnegie Mellon University - Cybersecurity research [↗](#)<sup>6</sup> ).

#### ISO

L'ISO est une Organisation Internationale participant à l'élaboration de Standards. En ce sens la conformité à une norme a l'avantage d'être reconnu internationalement.

Les normes de la famille ISO 27000 permettent d'organiser et structurer la démarche de la gestion de la sécurité des systèmes d'information. Le schéma ci-dessous propose une représentation de la famille et leur positionnement :

---

4. <https://csrc.nist.gov/>

5. <https://www.nist.gov/itl/fips-general-information>


6. <https://www.sei.cmu.edu/research-capabilities/cybersecurity/>



- ISO 27001 décrit les processus permettant le management de la sécurité de l'information (SMSI)
- ISO 27002 présente un catalogue de bonnes pratiques de sécurité
- ISO 27003 décrit les différentes phases initiales à accomplir afin d'aboutir à un système de Management tel que décrit dans la norme ISO 27001
- ISO 27004 permet de définir les contrôles de fonctionnement du SMSI
- ISO 27005 décrit les processus de la gestion des risques
- ISO 27006 décrit les exigences relatives aux organismes qui auditent et certifient les SMSI des sociétés.

Nous aborderons dans le chapitre sur les politiques de sécurité, l'usage de ce cadre normatif dans la gouvernance globale de la cybersécurité au sein de l'entreprise

### 1.6.2 Europe

Règlement (CE) n460/2004 du Parlement européen et du Conseil du 10 mars 2004 instituant l'Agence européenne chargée de la sécurité des réseaux et de l'information Agence européenne chargée de la sécurité des réseaux et de l'information ENISA <sup>7</sup>

- Conseiller et assister la Commission et les États membres en matière de sécurité de l'information et les aider, en concertation avec le secteur, à faire face aux problèmes de sécurité matérielle et logicielle.
- Recueillir et analyser les données relatives aux incidents liés à la sécurité en Europe et aux risques émergents.
- Promouvoir des méthodes d'évaluation et de gestion des risques afin d'améliorer notre capacité de faire face aux menaces pesant sur la sécurité de l'information.
- Favoriser l'échange de bonnes pratiques en matière de sensibilisation et de coopération avec les différents acteurs du domaine de la sécurité de l'information, notamment en créant des partenariats entre le secteur public et le secteur privé avec des entreprises spécialisées.
- Suivre l'élaboration des normes pour les produits et services en matière de sécurité des réseaux et de l'information.

---

7. <https://www.enisa.europa.eu>



### 1.6.3 En France

En France, la Cybersécurité est pilotée par un organisme dépendant des services du 1er Ministre, l'Agence National des Systèmes d'information (ANSSI). L'ANSSI possède plusieurs rôles de fait. C'est un "régulateur" c'est à dire qu'elle définit des cadres réglementaires pour les entreprises mais c'est aussi une agence qui édicte des préconisations et des guides.

Le site de l'agence [🔗](https://www.ssi.gouv.fr/agence/cybersécurité/ssi-en-france/)<sup>8</sup> est riche en information et guide sur la cybersécurité.

Dépendant aussi de l'état, la CNIL [🔗](https://www.cnil.fr/)<sup>9</sup> (Commission National Informatique et Liberté) est une autorité dont la mission est de protéger le citoyen. Avec l'avènement du règlement de protection des données personnelles, la CNIL a vu son pouvoir étendu.

Il faut aussi citer l'AFNOR (l'Association française de normalisation), qui relaie en France la normalisation internationale dont l'ISO au de la de ses actions de normalisation purement française.

## 1.7 Quelques associations et groupements professionnelles

A titre d'information, vous trouverez avec ces associations des points d'entrées sur

- **Club des Experts de la sécurité de l'Information et du Numérique.** le CE-SIN [🔗](https://www.cesin.fr/)<sup>10</sup> est une association regroupant les RSSI d'entreprises, l'adhésion à cette association nécessite un parrainage et vous devez être RSSI.
- **Club de la sécurité de l'information Français** CLUSIF [🔗](https://clusif.fr/)<sup>11</sup>, association qui propose de nombreux échanges sur la cybersécurité.
- **Club CyberEdu** CyberEdu [🔗](https://www.cyberedu.fr/)<sup>12</sup>, issu des travaux sur la formation des enseignants en cybersécurité de l'ANSSI, l'association regroupe les écoles et les utilisateurs des travaux de CyberEdu.
- **Club HexaTrust** HexaTrust [🔗](https://www.hexatrust.com/le-club/)<sup>13</sup>, regroupe les éditeurs et fournisseurs de services français en cybersécurité.

8. <https://www.ssi.gouv.fr/agence/cybersécurité/ssi-en-france/>

9. <https://www.cnil.fr/>

10. <https://www.cesin.fr>

11. <https://clusif.fr>

12. <https://www.cyberedu.fr>

13. <https://www.hexatrust.com/le-club/>







## 2. Enjeux pédagogiques

### 2.1 Objectifs pédagogiques

Il me semblait important d'apporter au lecteur un peu d'information autour des éléments pédagogiques de ce cours . Vous trouverez donc dans ce chapitre quelques éléments sur les compétences, les métiers, le positionnement des activités de la cybersécurité. En effet, ce cours tente d'être une introduction à la cyberdéfense d'entreprise permettant à des acteurs du digital n'ayant pas ou peu de connaissance du domaine de repérer dans ce domaine à large spectre d'activités et de métiers.

Nous y abordons aussi les limites de ce cours ainsi que des recommandations pour aborder le contenu avec plus de facilité pour ceux moins familiers du monde de l'informatique et des réseaux.

#### 2.1.1 Les compétences à acquérir

A l'issue de ce cours , vous devriez être en mesure de comprendre les mécanismes qui contribuent à la mise en place d'une organisation de cyberdéfense d'entreprise avec les grandes capacités nécessaires. Pour les réaliser avec efficacité, il est nécessaire de positionner ces activités au sein des fonctions sécurité plus large. Les compétences acquises sont de diverses natures, mais globalement vous devriez être en mesure à un niveau de gouvernance et de pilotage de :



- Analyser les risques numériques pesant sur l'entreprise ou l'organisation ;
- Mesurer le niveau de sécurité de de l'environnement ;
- Auditer, conseiller, accompagner le changement ;
- Mettre en place une gouvernance efficace dans le domaine de la cybersécurité ;
- Déployer une politique de sécurité informatique et de cybersécurité et appliquer des méthodologies efficaces de renforcement et d'aguerrissement ;
- Comprendre l'intégration des solutions de sécurité suite à l'analyse de risque ;
- Gérer des situations d'incident pouvant aller à la crise cyber.

La complexité de l'entreprise, sa taille, sa dynamique de prise en compte des enjeux sécurité, sa culture, l'adhérence ou non aux technologies de l'information nécessitent le plus souvent des projets spécifiques adaptés et très contextualisés. Des sociétés de services assistent les entreprises pour auditer, construire, maintenir la sécurité de l'entreprise. Ce document a aussi pour objectif de fournir au lecteur des clefs de lecture pour encadrer et piloter de telles prestations dans le contexte de l'organisation.

### 2.1.2 Métiers et compétences

Il est complexe d'identifier les métiers de la cybersécurité vers lesquels ces compétences peuvent conduire. Il existe plusieurs modèles permettant de classer les métiers de la cybersécurité, et les compétences associées. Pour ma part, j'ai retenu un modèle que j'ai proposé dans le cadre d'une GPEC (Gestion des emplois et compétence) dans chez un opérateur de services de cybersécurité. Ce modèle est centré sur une classification des outils technologiques utilisés par l'expertise. Issue plutôt de l'expérience, il ne reflète pas les dénominations des différents métiers ou fiche de poste que l'on trouve dans le domaine mais se centre sur les technologies de sécurité vu du côté des opérationnels. Ceci permet de décliner 5 grands domaines d'activité.

Il y a en effet une grande différence de métier, de compétences entre un spécialiste de la gestion des accès qui conduira l'intégration de système d'IAM<sup>1</sup> et un ethical hacker qui devra rechercher des scénarii d'attaques potentielles sur un système.

Au delà de ces grands métiers du service, il est possible de positionner dans le cycle de vie des systèmes différents métiers de la cybersécurité. Les cultures, les objectifs, les technologies utilisées sont différentes mais concourent à la même finalité de protection de l'entreprise.

---

1. Identity et Access Management



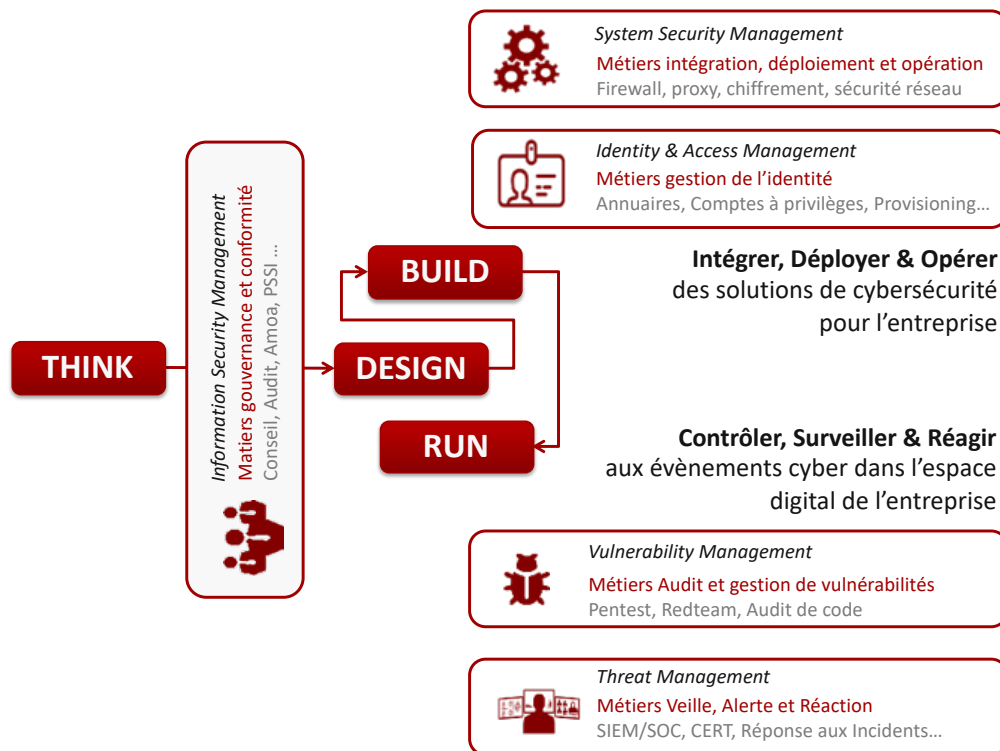


FIGURE 2.1 – les grands domaines de métiers

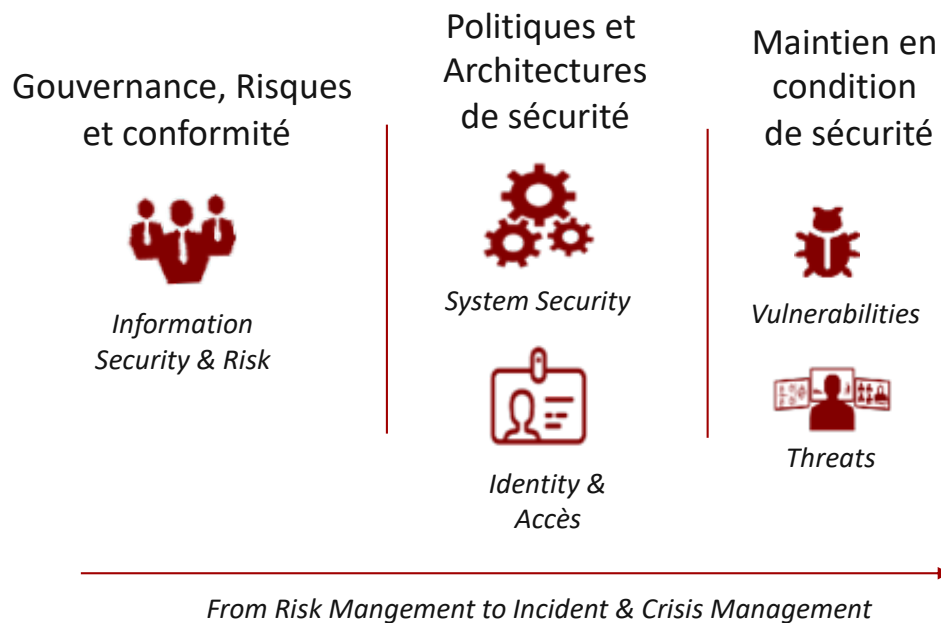


FIGURE 2.2 – les quelques grandes zones de métiers



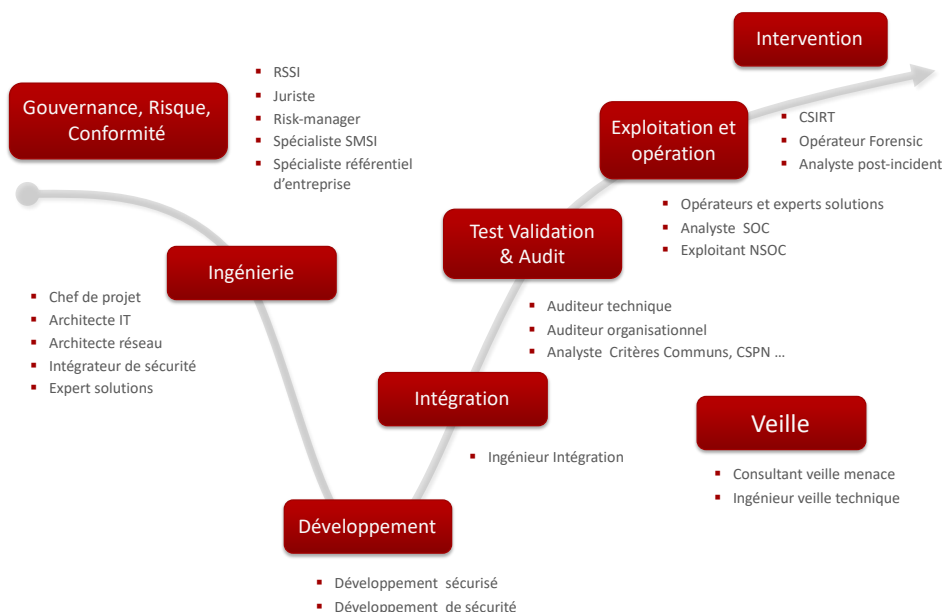


FIGURE 2.3 – les métiers dans le cycle de vie

Si vous souhaitez connaître avec plus de détails les compétences nécessaires pour les métiers de la sécurité vous pouvez consulter deux grands sites de référence comme celui de l'**ANSSI** des métiers de la cybersécurité [↗](https://www.ssi.gouv.fr/particulier/formations/profils-metiers-de-la-cybersécurité/)<sup>2</sup> ou celui du NIST sur le référentiel NICE Cybersecurity Workforce Framework [↗](https://www.nist.gov/itl/applied-cybersecurity/nice/resources/nice-cybersecurity-workforce-framework)<sup>3</sup>

### 2.1.3 Compétences et certifications

Se former en cybersécurité, c'est pour celui qui travaille avec vous une certaine garantie de compétences. Dans le domaine de la Cybersécurité, la confiance dans les compétences d'un acteur du domaine se base dans le domaine des services en particulier sur la certification. Dans ces certifications, formes de perfectionnement dans un métier, on trouve généralement des certifications EDITEURS (liés à des produits de sécurité), et des certifications d'associations professionnelles.

Cette dynamique de certification est une manière de compléter les formations initiales et sont assez différentiante sur un CV dans le monde de l'entreprise en particulier celles qui travaillent dans un environnement international.

2. <https://www.ssi.gouv.fr/particulier/formations/profils-metiers-de-la-cybersécurité/>

3. <https://www.nist.gov/itl/applied-cybersecurity/nice/resources/nice-cybersecurity-workforce-framework>





### 2.1.4 Certifications éditeurs

Nous verrons dans le chapitre sur les architectures de sécurité, les produits et services technologiques de sécurité. Une grande partie des fonctions de sécurité techniques est opérée par des produits (Logiciels, Appliances, Services SaaS ...). La complexité de ces produits nécessite une formation spécifique pour en exploiter toute la richesse fonctionnelle. Ces certifications sont par ailleurs souvent obligatoires pour travailler dans les métiers de l'intégration car elle permettent d'accéder au support des éditeurs. A titre d'exemple, nous pouvons citer deux acteurs connus qui disposent de mécanismes et programme de certifications à leurs produits. Ces certifications peuvent par ailleurs être délivrées par des tiers.

**Pour CISCO** Certifications de carrière CCNA, CCDA ↗<sup>4</sup>

**Pour Microsoft** Certifications ↗<sup>5</sup> pour développeurs, Administrateurs, Architectes Solutions, Consultants.

### 2.1.5 Certifications professionnelles

La validation d'expertise par des certifications professionnelles est assez répandue dans le milieu de cybersécurité et en particulier dans les pays anglo-saxons. De nombreuses certifications existent, portées par des associations professionnelles, des groupes d'experts ou des entreprises de référence. Ces certifications nécessitent le plus souvent en plus de l'examen des années d'expérience et de pratiques prouvées.

**ISC** ↗<sup>6</sup> *the International Information System Security Certification Consortium* délivre des certifications reconnues et d'excellent niveau de reconnaissance. Les deux principales sont :

- CISSP : Certified Information Systems Security Professional
- SSCP : Systems Security Certified Practitioner

**ISICA** ↗<sup>7</sup> IT Audit, Security, Governance and Risk

sous le nom de *Information Systems Audit and Control Association* cette association professionnelle existe depuis 1967, connue pour son support à COBIT elle propose plusieurs certifications réclamée par les clients.

1. CISA : Certified Information Systems Auditor
2. CISM : Certified Information Security Manager
3. CGEIT : Certified in the Governance of Enterprise IT

---

4. <https://www.cisco.com>

5. <https://www.microsoft.com/fr-fr/learning/certification-overview.aspx>

6. <https://www.isc2.org/Certifications>


7. <https://www.isaca.org/>



#### 4. CRISC : Certified in Risk and Information Systems Control

### 2.1.6 Certifications Hacking



Il nous faut citer deux certifications très utilisées dans les métiers techniques de la cybersécurité et accessible sans expérience professionnelle à prouver.

**SANS Institute** (SysAdmin, Audit, Network, Security) et le GIAC (Global Information Assurance Certification) <sup>8</sup>

- Cyber Defense
- Penetration Testing
- Incident Response and Forensics
- Management, Audit, Legal
- Developer
- Industrial Control Systems

**CEH** <sup>9</sup> Hacker Éthique Certifié

L'objectif est de savoir comment rechercher les faiblesses et les vulnérabilités des systèmes à partir des mêmes outils et de connaissances qu'un hacker malveillant, mais d'une manière légale et légitime pour évaluer la sécurité du système. La certification CEH se veut par ailleurs indépendante et neutre vis-à-vis des fournisseurs de produits et solutions.

**OSCP** <sup>10</sup> Offensive Security Certified Professional Une des certifications reconnue pour être une référence dans le domaine des Ethical Hackers de métier. L'OSCP est une certification de l'offensive Security, organisme connu pour le système d'exploitation Kali Linux <sup>11</sup> (anciennement Backtrack), visant à vous fournir une certification attestant de vos compétences au niveau des tests de pénétration (Pentest). Cette certification se passe en ligne avec une dynamique de validation basée sur la mise en pratique des compétences au niveau d'un LAB accessible en VPN, avec le passage de différents niveaux de difficultés.

## 2.2 Structure pédagogique du cours

Nous avons abordé le cours sur cheminement basé sur trois pivots :

- 
- 8. <https://www.giac.org>
  - 9. <https://www.eccouncil.org/programs/certified-ethical-hacker-ceh/>
  - 10. <https://www.offensive-security.com/information-security-certifications/oscp-offensive-security-certified-professional/>
  - 11. <https://www.kali.org>



- Pivot **RISQUES** : Pour défendre son espace cyber c'est-à-dire l'ensemble des produits, services, matériels, données utilisateurs utilisés par l'activité économique de l'entreprise il faut non seulement que celui-ci soit identifié mais que les risques portant sur les éléments le constituant soient aussi clairement et consciemment pris en compte. C'est sur la base d'analyses des risques que sont construits les objectifs de sécurité d'un système. Il est bien entendu que de nombreux systèmes préexistent à une analyse de risque et que les objectifs de sécurité ayant conduit à la construction sont issus de la sédimentation dans le temps de choix technologiques qui ne sont, par ailleurs rarement formalisés. Ainsi on remarque, que l'activité de l'évaluation des risques, ce que appelle en anglais risk management est porté plutôt par le domaine d'activités dénommé information Security management ou INFOSEC dans les pays anglo-saxons, mais que nous pouvons traduire management de la sécurité de l'information.
- Pivot **ARCHITECTURE du SI**. Architecture de sécurité, défense en profondeur, politique de sécurité, usage du SI, IAM. L'analyse sera faite à partir des Politiques de sécurité pour construire ou améliorer la cybersécurité de l'entreprise. Définir des objectifs de sécurité relatifs aux risques, positionner les politiques de contrôle, deciflage, et de gestion sur l'environnement informationnel de l'organisation pour garantir la protection et la confiance sur les actifs sensibles.
- Pivot **MAINTIEN EN CONDITION DE sécurité**. Malgré toutes les précautions pour mettre en confiance un système d'information, il est illusoire d'une part de vouloir tout protéger, mais aussi de penser que les mécanismes de protection résisteront à toutes les agressions. C'est donc en continu qu'il est nécessaire de veiller à la menace, de vérifier que de nouvelles fragilités n'apparaissent pas, de réagir au plus vite en cas de suspicion d'attaque ou de compromission. Cette sécurité continue, dite dynamique est à la base du maintien en condition de sécurité de l'environnement digital de l'entreprise. A titre indicatif, on peut rapidement donner une matrice des classes de métiers associées à chaque pivot. Ceci permettra au lecteur de se focaliser peut être sur un chapitre qui le concerne un peu plus dans son quotidien.

👁 **Les limites de l'exercice** : Ce cours est essentiellement une introduction à la cybersécurité sur son volet gouvernance (politiques et stratégies). Il permet de mettre en perspective les choix techniques, tant de protection et de défense face à une réalité économique, qui nécessite d'adapter protection et défense au niveau de risque. La décomposition sur ces 3 axes est un parti-pris qui évidemment ne couvre pas dans le détail, l'ensemble des processus et actions du domaine de la cybersécurité.



Vu du côté du responsable sécurité, et donc des compétences acquises : Le RSSI se doit de maîtriser les risques de son SI vis à vis des conditions de sécurité, il est un auditeur en mesure :

- d'analyser les risques à partir de l'analyse des enjeux de l'entreprise, de ses actifs, de son existant, de la menace inhérente ou non à son entreprise ;
- de les traiter, les accepter ou pas,
- de proposer les objectifs de sécurité à déployer pour construire les mesures de sécurité.
- Ceci conduit à l'objectif professionnel de cette partie : Savoir comment démarrer la prise en compte de la sécurité des systèmes d'information dans une entreprise . Il trouvera donc de bons outils théoriques et pratiques dans l'ISO 27005.

👁 **Dynamicité des risques :** Un RSSI ou son équipe conduit les analyses vis à vis de la menace. Il peut être conduit à lancer des audits. Les mesures issus de ces audits permettent de définir sur les mesures en cours sont faibles, inutiles, vulnérables vis-à-vis des objectifs de sécurité. C'est ainsi qu'il est possible de conduire des analyses de risques sur des systèmes existants et de vérifier si les mesures actives sont compatibles avec les objectifs. On peut aussi constater qu'à ce titre une analyse de risque n'est pas figée dans le temps car les menaces ainsi que la sensibilité des actifs évoluent.

Le RSSI se doit de maîtriser les politiques de sécurité des systèmes d'information, la PSSI étant le modèle de référence de façon à :

- planifier et produire ces conditions de sécurité ;
- les adapter à l'entreprise ;
- les mettre en œuvre au travers d'une architecture de sécurité propre à l'entreprise ;

Le lecteur trouvera un référentiel global dans l'environnement de l'ISO 27001 pour travailler autour du système de management de la sécurité.

Au delà de la gouvernance classique que l'on dit "de protection" de la cybersécurité d'entreprise qui se veut un moyen de déployer des mesures de sécurité (préventives, de formation, d'architecture), la sécurité opérationnelle apporte un nouveau lot de mesures et d'outillages liés à l'anticipation, la détection et la réponse aux attaques.



👁 **sécurité Opérationnelle** : Lutte informatique défensive, sécurité dynamique, Cyberdéfense : plusieurs terminologies se côtoient pour évoquer des concepts, techniques, mesures, et méthodes souvent proches.

### 2.2.1 Structure du cours

Le cours est donc organisé en 3 temps. Chaque temps est un module qui structure l'ensemble des éléments présentés dans le programme de l'unité d'enseignement dans une dynamique associée à la forme d'enseignement à distance et structurée autour de 3 cours issus des retours d'expérience d'experts du domaine de la Cybersécurité.

- **Temps 1** : De l'analyse des risques à la déclinaison des objectifs de sécurité sur les essentiels de l'entreprise ;
- **Temps 2** : Des objectifs de sécurité à une politique de sécurité guidant et mesurant une sécurité implémentée (architectures et systèmes de sécurité et sécurité des architectures et de systèmes d'information) ;
- **Temps 3** : D'un système d'information **outillé, protégé et défendu** en matière de sécurité à une sécurité opérationnelle **maintenue, vigilante et réactive**.

Ce document regroupe de manière plus détaillée les éléments la 3<sup>ème</sup> partie de l'unité d'enseignement que je nommerai pour la suite dans ce texte VAR : Veille / Alerte / Réponse , les deux premières parties sont toutefois résumés dans deux chapitres préliminaires, permettant de positionner la démarche VAR dans un contexte global.

### 2.2.2 Pour s'engager plus rapidement

Du point de vue pédagogique, il est important de noter que vous pouvez aller vous initier au domaine de la sécurité des systèmes d'information avec les travaux de l'ANSSI de la Mallette CyberEDU [🔗](https://www.ssi.gouv.fr/administration/formations/cyberedu/contenu-pedagogique-cyberedu)<sup>12</sup> . Cette mallette de cours contient les basics pour aborder la cyberdéfense d'entreprise.

Ces travaux sont issus d'un marché public de réalisation avec l'Université européenne de Bretagne (qui regroupe 28 établissements d'enseignement supérieur et de recherche) et Orange pour la réalisation de livrables à destination des responsables de formation et/ou des enseignants en informatique.

L'ANSSI met à disposition cette mallette pédagogique qui contient : un guide pédagogique, un cours préparé d'environ 24 heures sur l'enseignement des bases de la sécurité informatique, ainsi que des éléments de cours pour les masters en

12. <https://www.ssi.gouv.fr/administration/formations/cyberedu/contenu-pedagogique-cyberedu>



informatique (réseaux, systèmes d'exploitation et développement). Ces documents, réalisés par le consortium et l'ANSSI, sont disponibles sur le site de l'ANSSI.

### **Pour le niveau BAC +3**

Pour ce niveau la mallette contient un syllabus pour le cours de sensibilisation et initiation à la Cybersécurité ainsi que 4 modules de support de cours.

- module 1 : notions de base
- module 2 : hygiène informatique
- module 3 : réseau et applications
- module 4 : gestion de la cybersécurité au sein d'une organisation

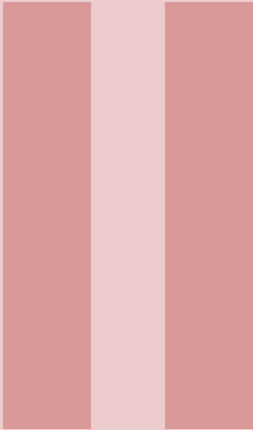
Un quizz est également à disposition pour permettre d'évaluer les compétences acquises au fur et à mesure de l'avancé des enseignements.

### **Pour le niveau Bac + 5**

Pour ce niveau, des fiches pédagogiques par domaine permettent de découvrir :

- la sécurité des réseaux
- la sécurité des logiciels
- sécurité des systèmes
- l'authentification
- la cybersécurité au sein des composants électroniques





# Des cyber-risques à la politique de sécurité de l'information

<b>3</b>	<b>La gestion des risques</b> .....	<b>41</b>
3.1	section	
<b>4</b>	<b>Politique de sécurité</b> .....	<b>43</b>
4.1	section	
<b>5</b>	<b>Éléments de Cryptologie</b> .....	<b>45</b>
5.1	Définitions	
5.2	Des concepts	
5.3	de la confiance aux usages en entreprise	







## 3. La gestion des risques

Chapitre à intégrer

### 3.1 section

#### 3.1.1 section







## 4. Politique de sécurité

Chapitre à intégrer

### 4.1 section

#### 4.1.1 section







## 5. Éléments de Cryptologie

A une époque où chaque jour la presse se fait régulièrement écho de pertes ou de vols de données, où l'Europe déploie son corpus réglementaire autour de la protection des données personnelles, certains s'interrogent encore sur les moyens de protéger et partager de manière sûre son patrimoine informationnel. La cryptographie est une des disciplines de la cryptologie qui s'attache à protéger ces patrimoines en confidentialité, intégrité ou en authenticité. Au-delà des aspects mathématiques passionnants, quels sont les usages et les arcanes techniques de ces technologies ?

### 5.1 Définitions

La cryptologie est par étymologie la science du secret. Elle regroupe la cryptographie, qui porte sur les moyens de coder et décoder les messages, et la cryptanalyse, qui permet de les déchiffrer (de manière non coopérative !). Ces techniques remontent à la nuit des temps. Historiquement militaires et diplomatiques, elles sont devenues civiles avec l'avènement de technologies de l'information, dont la carte à puce<sup>1</sup> et l'internet.

Elles ont envahi à grande vitesse toutes les technologies numériques. « Signer, protéger, imputer, authentifier... » sont devenus des termes courants de cette vie

---

1. téléphonie mobile (SIM) et carte bancaire.





numérique. On est toutefois surpris de l'usage, quelquefois un peu « dévoyé », de certaines expressions. « Crypter » s'oppose à « décrypter », mais si décrypter, c'est « décoder » sans connaître les secrets, crypter est humoristiquement enterrement mettre en « crypte » ! Si les expressions « coder » et « décoder » sont régulièrement utilisées, celles préconisées sont « chiffrer » et « déchiffrer ». En France, au sein des armées, les acteurs du domaine se nomment d'ailleurs des spécialistes du chiffre<sup>2</sup>. Face à un spécialiste, du mathématicien cryptologue au commercial de services numériques de confiance, de nombreux termes se bousculent dans les discussions : algorithmes robustes de niveau militaire, clefs très longues, protocoles sûrs, certificats de confiance...

## 5.2 Des concepts

Derrière ces arguments qui pourraient, au premier abord, paraître convaincants, il convient rapidement d'opposer une petite analyse terminologique et conceptuelle.

### 5.2.1 Algorithmes

Le nombre d'algorithmes mathématiques (fonctions mathématiques) en cryptographie est presque aussi grand que le nombre de mathématiciens qui travaillent dans le domaine. Il faut y ajouter le nombre d'implémentations informatiques de chaque algorithme, sans compter les différents langages utilisés pour la même implémentation. Quelques grandes révolutions ont eu lieu depuis le chiffre de César, mécanisme de chiffrement par décalage « alphabétique » utilisé dans notre enfance, et celui de la machine allemande Enigma de la dernière guerre, avec des mécanismes de substitution dits polyalphabétiques. Ces évolutions et révolutions ont lieu chaque fois que ces fameux cryptanalystes trouvent ou entrevoient une solution pour casser ce chiffre... Une longue tradition dans cette course entre la cuirasse et le canon.

#### le chiffrement à clefs secrètes

Ces premiers algorithmes dits symétriques ou à clefs secrètes ont été et restent centraux, car ils se révèlent très rapides. Le principe est que pour déchiffrer, il faut simplement la clef qui a servi à chiffrer, d'où le terme « symétrique ». Une des grandes difficultés dans ces algorithmes est la combinatoire pour partager le secret. Si partager de manière sûre un secret entre deux ou trois correspondants est maîtrisable, le faire pour mille ne permet plus vraiment de parler d'une clef

---

2. ARCSI : Association des réservistes du chiffre et de la sécurité de l'information - [www.arcsi.fr](http://www.arcsi.fr)



secrète ! L'histoire des célébrités technologiques retient des algorithmes comme DES, 3DES, IDEA, RC4 et le dernier réputé inviolé et issu d'un appel à projet du NIST<sup>3</sup> et paru dans les années 2000 : AES256.

### cryptographie à clefs publiques

Le chiffrement asymétrique résout ce problème de la combinatoire, mais reste bien plus lent. Rendu célèbre par Alice et Bob, deux personnages illustrant les cours de cryptologie asymétrique, ce mécanisme utilise une paire de clés liées dites asymétriques : une clé publique et une clé privée. La clé publique est rendue publique et distribuée librement. La clé privée n'est jamais distribuée et doit être gardée secrète. Pour cette une paire de clés, les données chiffrées à l'aide de la clé publique ne peuvent être déchiffrées qu'avec la clé privée correspondante (donc si vous avez la clef publique de votre correspondant, vous pouvez chiffrer une information pour lui). Inversement, les données chiffrées à l'aide de la clé privée ne peuvent être déchiffrées qu'avec la clé publique correspondante. Cette caractéristique est utilisée pour mettre en œuvre la signature numérique.

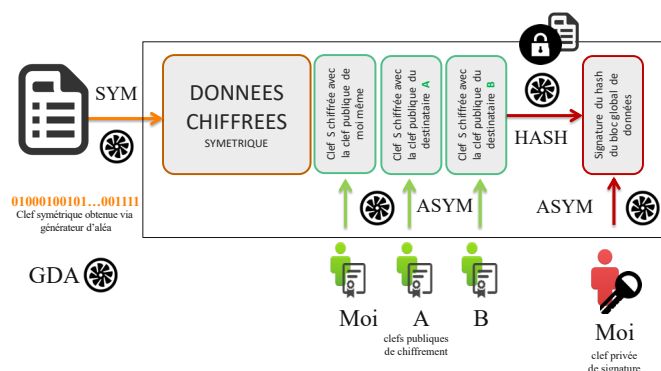


FIGURE 5.1 – Exemple d'une encapsulation asymétrique pour un chiffrement de fichier

#### 5.2.2 fonction de hashage

Les fonctions de hachage cryptographique (de l'anglais « hash ») sont présentes dans tous nos systèmes numériques. Ce sont des fonctions rapides à sens unique qui permettent de transformer tout bloc d'information de taille quelconque et une donnée de taille fixe souvent courte. Ce mécanisme, qui permet de prendre une « empreinte » des données, est à la base des mécanismes de signature, de contrôle d'intégrité et de stockage de mots de passe. Les algorithmes les plus

3. National institute of standards and technology.



connus sont md5, sha1 et maintenant sha256, sha512 nécessaires par les fragilités découvertes sur les premiers, car ces algorithmes sont aussi sujets aux attaques !

### 5.2.3 clefs

Au cœur de la cryptographie, les clefs restent l'objet de toutes les attentions. Il est conseillé la lecture des quelques documents de référence de l'Anssi<sup>4</sup> sur les « mécanismes cryptographiques »<sup>5</sup> qui illustrent de manière pragmatique et concrète cette indispensable vigilance.

#### taille de clefs

Un des débats dans l'usage de la cryptographie concerne la taille optimale des clefs. Ce sujet fait l'objet de nombreuses publications. Pour les algorithmes symétriques, 128 bits est la taille de référence (soient 2 puissance 128 possibilités). La notion de taille de clefs pour les algorithmes asymétriques est moins simple. Cela dépend des problèmes mathématiques sous-jacents. Pour le plus célèbre RSA<sup>6</sup> (6), qui aura bientôt 40 ans, les experts considèrent qu'une taille de 2048 est à l'état de l'art jusqu'en 2030. RSA est utilisé pour les transactions pour la carte bleue, les achats sur internet, les courriels sécurisés. Pour ceux basés sur le logarithme discret, la taille préconisée est de 200 bits, pour les courbes elliptiques de 256 bits. Il est donc important de spécifier les algorithmes pour comparer des tailles de clefs.

#### aléas et générateur d'aléas

De nos jours, une bonne clef secrète est très rarement issue de notre cerveau (même un bon mot passe mémorisable est totalement perfectible sur le pur plan cryptographique)<sup>7</sup>. Pour générer des clefs d'un bon niveau cryptographique, c'est-à-dire non sujettes à des biais de prédiction possibles, il est nécessaire d'utiliser un générateur de nombres aléatoires (GDA ou RNG : « random number generator ») de qualité cryptographique. Il est fondamentalement complexe de générer de véritables nombres aléatoires. Le processus de génération d'aléas doit comporter des sources fondamentalement aléatoires (bruit électronique, thermique dans des composants) combinées à des sources multiples (hash d'une zone mémoire...), le tout passé à la moulinette d'algorithmes de pseudo-aléas

4. Anssi : Agence nationale pour la sécurité des systèmes d'information, services du Premier ministre.

5. Annexe B1 et B2 du RGS V2 (Anssi : référentiel général de sécurité) : Mécanismes cryptographiques et gestion des clefs.

6. 1978, apparition de l'algorithme à clef publique de Rivest, Shamir et Adelman (RSA).

7. Un mot de passe de qualité « cryptographique » devrait être d'au moins 20 caractères dans un alphabet de 90 symboles.





suffisamment imprévisibles. Ce fondamental de la cryptologie est un domaine de recherche à part entière. C'est aussi une activité industrielle autour des HSM (hardware security module) pour la génération rapide, le stockage et la protection des clefs primordiales pour les transactions numériques bancaires en particulier.

### **protocoles et formats**

De bons algorithmes, de bonnes clefs ne suffisent pas. Il est indispensable de s'assurer de l'ensemble des mécanismes qui vont permettre de garantir que « les secrets échangés » restent bien secrets. On parle de protocole d'authentification, de signature, d'échange de clefs (Kerberos, Diffie Elmann, RSA...). C'est souvent au cœur de ces protocoles qui nécessitent une attention particulière en termes de robustesse et de preuve formelle que l'on trouve des vulnérabilités. Le format des données chiffrées (cf Fig. 2) est aussi une source de fragilité (cacher une partie de la clef en piégeant l'ordinateur, exploiter une vulnérabilité logicielle). Les solutions technologiques de chiffrement combinent pour des raisons de performance des mécanismes de chiffrement symétrique et asymétrique.

### **certificats**

Le terme « certificat électronique » est entré dans le langage courant du numérique : « Certificat machine, serveur », « certificat utilisateur ». à la base des usages des systèmes à clefs publiques, ce certificat contient la (les) clef(s) publique(s), des informations d'identification, des dates de validité, et un mécanisme de signature garantissant l'origine. Informatiquement ce « paquet » de données nécessite des standards de formats structurés interopérables comme le codage X.509 ou le stockage PKCS12.

### **certificats autosignés !**

Une clef publique « valide » dans un système cryptographique de confiance, doit être signée par une autorité de confiance pour être vérifiée par la suite par son « usager ». Disposer d'une PKI ou faire certifier sa chaîne de confiance est complexe et coûteux. Le monde informatique fait donc largement usage de l'auto-signature, c'est-à-dire de la génération des clefs, sans chaîne de confiance partagée. Lorsque les logiciels sont permissifs sur ces usages, l'ensemble du système est fragilisé.



## IGC ou PKI

Utiliser des mécanismes à clefs publiques nécessite donc l'utilisation d'un ensemble interopérable de confiance (algorithmes, protocoles, formats) permettant de générer les clefs (couple privée/publique), de les attribuer, de les signer (les certifier), de les distribuer, et de les révoquer (les supprimer de l'environnement de confiance). L'ensemble de ces mécanismes s'appelle une IGC (infrastructure de gestion de clefs) ou PKI (public key infrastructure). Ces outils logiciels et l'organisation globale sont indispensables à un usage structuré de confiance. Sans cette maîtrise des clefs, un système à clef publique peut s'effondrer. En effet, si des clefs de certification, ou des clefs privées d'utilisateurs sont compromises à la source, la résistance mathématique des algorithmes ou des protocoles ne vous garantira plus grand-chose... C'est dans cet esprit que sont nés les tiers de confiance, qui vous assurent que toutes les précautions sont prises pour protéger cette chaîne.

### 5.3 de la confiance aux usages en entreprise

Comme vous l'avez noté, un système cryptographique est un ensemble de briques (fig. 1) qu'il est nécessaire de contrôler pour définir un niveau de confiance de la chaîne. Si disposer d'outils à clefs publiques sans un IGC (PKI) se révèle fragile, disposer d'une IGC sans disposer d'une maîtrise des usages l'est autant... En France, le terme de moyen (9) cryptologique est défini par loi sur la confiance numérique, mais il est à remarquer que, dans l'entreprise, il se conjugue différemment en fonction des interlocuteurs :

- pour les équipes réseaux : la cryptologie est enfouie dans les méandres des protocoles des technologies des canaux sécurisés VPN, IPSEC, VPN, chiffreurs réseaux ;
- pour les équipes des services informatiques : le déploiement, la mise à jour des certificats sur des terminaux et des serveurs concentrent une bonne partie des problèmes opérationnels ;
- pour la bureautique et le poste de travail : les produits et les services pour chiffrer les données et préserver la confidentialité dans les messageries ou sur les supports (smartdevice, disques, USB, serveur de fichiers) sont complexes à choisir pour l'interopérabilité ;
- pour les métiers de l'entreprise comme les achats ou l'archivage probant, les enjeux d'authenticité, d'imputabilité et d'intégrité ainsi que la signature électronique nécessitent des travaux transverses à l'entreprise souvent coûteux.





FIGURE 5.2 – Les briques à vérifier dans la chaîne de confiance

Il est à noter, le point particulier du recouvrement des données chiffrées et du séquestre des clefs. Indispensable pour les malchanceux qui perdent leur clef privée ou par nécessité (départ de l'entreprise, réquisition sur des données...), la confiance dans celui qui possède cette capacité de recouvrement est un enjeu fondamental. Acquérir et déployer un système cryptographique dans l'entreprise doit se baser sur un minimum de confiance dans l'implémentation des briques. Il est important que ces produits aient été analysés, vérifiés par des tiers (entre le constructeur ou éditeur et l'utilisateur ou acheteur). On parle ainsi de certifications de produits au titre de la norme de l'iso 15408 (critères communs), qualification de produits et de services par l'Anssi. Perturbant un peu l'écosystème et les frontières de gouvernance des DSI, l'usage des services dans le cloud nécessite de nouvelles technologies de chiffrement pour maintenir la confidentialité totale, mais autoriser quand même des traitements. Le chiffre homomorphe permet justement à un système tiers d'opérer des calculs sur des données chiffrées sans les déchiffrer et ainsi récupérer les résultats exploitables. Des solutions matures arrivent sur le marché depuis peu.

### 5.3.1 de l'usure électronique au partage de confiance

#### usure ou rupture cryptographique

Si le temps n'est pas l'ami de l'archivage, il ne l'est pas non plus du chiffrement. Non par l'usure du support, mais simplement par la complexité d'une longue conservation des clefs, de l'érosion de la résistance des mécanismes. En outre, depuis des années, le terme « quantique » est apparu dans la littérature du domaine. Si la distribution quantique offre une transmission sûre de clef, l'ordinateur quantique pourrait apporter cette rupture que redoute l'industrie numérique, car capable de rompre la solidité des problèmes mathématiques sur lesquels repose une grande partie des mécanismes cryptographiques actuels.



**bitcoin, blockchain...**

Nous avons rapidement parcouru l'usage courant de la cryptographie en entreprise, mais de nouvelles révolutions des usages de la cryptographie sont déjà à nos portes. Après quelques années d'hésitation, la montée des « crypto-monnaie » comme Bitcoin donne une large expression aux mécanismes de signature pour assurer intégrité, traçabilité, imputabilité et modifie le rapport à la confiance « centralisée ». Dans l'émergence rapide de cette « décentralisation de la confiance », quelques positions établies sont remises en cause. On notera en particulier une forme naissante d'ubérisation des chaînes de confiance, qui bouscule déjà le marché effervescent de la sécurité.





# Des stratégies de cyberdéfense à la crise

<b>6</b>	<b>Introduction à la SECOPS .....</b>	<b>55</b>
6.1	sécurité opérationnelle	
6.2	Lutte contre la menace	
6.3	structure du cours	
6.4	les métiers de la SECOPS	
<b>7</b>	<b>Surveiller et Anticiper .....</b>	<b>69</b>
7.1	Fragilités numériques	
7.2	Les bases sur les vulnérabilités	
7.3	CVE, CVSS et CWE	
7.4	Les CERTs	
7.5	Gérer ses vulnérabilités	
7.6	La gestion des correctifs	
7.7	Les audits	
7.8	Les équipes	
7.9	les tests d'intrusion	
7.10	le Bug Bounty	
7.11	Vulnérabilités et SEC By DESIGN	
7.12	Compléments	
<b>8</b>	<b>Détecter et alerter .....</b>	<b>99</b>
8.1	Avant propos	
8.2	Menaces et définitions	
8.3	Détecter	
8.4	Surveiller et anticiper : Threat Detection	
8.5	les traces, journaux, logs	
8.6	l'usage des log	
8.7	Log Management	
8.8	Puits de logs	
8.9	Gestion de la menace	
8.10	SIEM, une technologie	
8.11	quelques SIEM	
8.12	L'intégration dans la gestion des incidents ITIL	
8.13	Le SOC	
8.14	le SOC de demain	
8.15	surveiller les fuites	
<b>9</b>	<b>Réagir et remédier .....</b>	<b>127</b>
9.1	section	





## 6. Introduction à la SECOPS

### 6.1 sécurité opérationnelle

Après avoir construit une structure de sécurité cohérente sur les aspects de gestion des flux, de gestion des accès et des identités, et construit une gouvernance efficace sur la base de l'ISO27001, il est nécessaire maintenant de maintenir le niveau de sécurité de l'entreprise ou du système.

On appelle quelque fois ce processus le « Maintien en Condition de sécurité » que nous pourrions positionner dans le RUN en utilisant les termes anglo-saxons définissant le cycle des projets :

- **THINK/DESIGN** : Des risques évalués à la politique sécurité pensée ;
- **BUILD** : De la politique de sécurité déployée à la construction d'une sécurité implémentée ;

Et nous classons donc dans la dernière phase du cycle de vie : les activités d'exploitation de la sécurité, **RUN** : Des événements de sécurité gérés à une **Cyber-crise** maîtrisée, que que certains appellent **SECOPS** : « sécurité Opérationnelle ».

Ce modèle se développe bien entendu en fonction des finalités de l'entreprise.

- Soit nous sommes dans **une entreprise** et ces processus sont ceux mis en place pour s'assurer que l'ensemble de actions sont prises pour maîtriser les



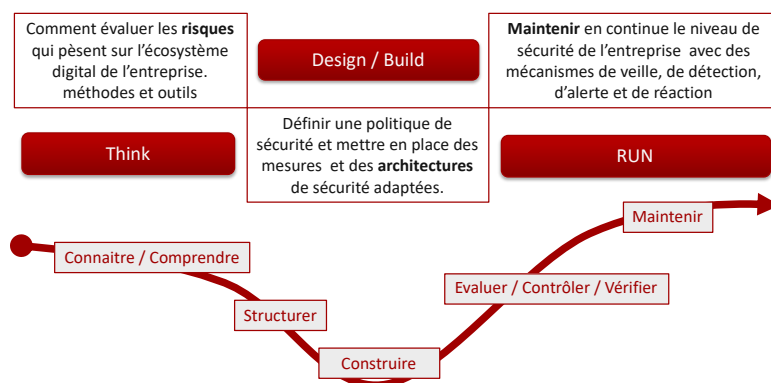


FIGURE 6.1 – les phases du cycle de vie

fragilités dont les vulnérabilités informatiques, détecter les menaces tant en anticipation que pendant des attaques (bruyantes, ou discrètes), et réagir pour maintenir l'activité et limiter l'impact.

- Soit nous sommes **fabricant d'un produit ou d'un service**, et au delà des engagements sécuritaire de toute entreprise (cf. ci-dessus) des processus de « maintien en condition de sécurité » des produits et services sont à ajouter pour maîtriser les vulnérabilités, les correctifs et leur cycle de vie (audit, communication, gestion des découvertes de fragilités par des tiers, rémunération de BugHunters ...)

Le terme de « sécurité opérationnelle », est relativement jeune dans l'histoire de la sécurité des technologies de l'information. Le terme de SSI (sécurité des Systèmes d'Information) était né pour distinguer des disciplines qui s'attachaient à protéger l'information qui circulent dans les systèmes d'information de l'entreprise (cf. protection et classification de l'information) vis à vis de la sécurité des biens et des personnes. La sécurité des réseaux et la sécurité informatique ont été les précurseurs de la cybersécurité, le cyber recouvrant en un seul terme, les enjeux de sécurité liés au réseau et à l'informatique, mais plus largement à la sécurité de l'économie numérique.

Comme nous l'avons abordé, dans les chapitres précédents, la cybersécurité est un domaine vaste qui regroupe de nombreuses disciplines pouvant intervenir dans des cycles projets pour construire des systèmes sûrs et pour assurer la continuité d'activité et la protection des patrimoines dans l'entreprise. Il faut y ajouter aussi tout un espace de gestion des conformités (legislatives, réglementaires, normatives, contractuelles). C'est plutôt dans un contexte d'opération sécurité au quotidien que l'on parle de sécurité opérationnelle. Ces activités opérationnelles supportent donc le maintien en condition de sécurité au quotidien de l'entreprise. En France, au sein des armées, on parle de lutte informatique défensive





permettant de différencier les activités des Cyber-défense des activités de Cyber-protection. Ces activités sont à opposer à la lutte informatique « offensive » qui ne sera pas abordé dans ce cours car elle relève de prérogative des états et non des entreprises. Nous aurons toutefois l'occasion d'aborder le **Hackback**, dans le chapitre sur la réponse à incident. La sécurité opérationnelle ajoute par ailleurs à son périmètre de surveillance de l'intérieur de la zone de responsabilité de l'entreprise SI, réseaux sociaux, services cloud ...), celle extérieure à l'entreprise via des mécanismes de veille sur la menaces et de surveillance des compromissions potentielles. Nous pourrions évoqué l'image d'une cité où « Les murs sont épais et solides, les douaniers sont aux portes de la cité, la police doit toutefois veiller à la sécurité des biens et des citoyens dans la ville, car certains sont néanmoins des brigands. Quand à l'armée, elle veille aux frontières du pays informée pas des agents à l'étranger ».

On traitera donc cette partie avec une équivalence dans les terminologies suivantes :

- Maintien en condition de sécurité (MCS) ;
- sécurité opérationnelle (SECOPS) ;
- Lutte informatique défensive (LID) ;
- Cyberdéfense au sens de la cyberdéfense d'entreprise (CYBERDEFENSE).

Le but de cette sécurité opérationnelle est d'être au coeur de l'action de la sécurité de l'entreprise. En effet, la sécurité de l'entreprise est une propriété multiforme. Elle est d'abord statique dans la mesure où elle correspond à un niveau de confiance dans l'environnement pour conserver la disponibilité, la confidentialité et l'intégrité de l'entreprise. Cette forme statique est souvent liée à la conformité de l'entreprise aux différents référentiels sécuritaires (ISO27000, GDPR, LPM, NIS ...), mais surtout aux objectifs sécurité de l'entreprise face à ses risques et aux exigences de sécurité des clients souvent inscrites dans des plans d'assurance sécurité (Cf. PAS). Elle est aussi dynamique car c'est aussi une propriété systémique qui mesure la capacité à anticiper les menaces, identifier les fragilités, détecter en temps réel les attaques et réagir à temps ou au pire disposer des capacités de revenir dans un état de fonctionnement compatible avec la survie de l'entreprise (Modes dégradés par exemple). Le système évolue, faisant apparaître ici et là de nouvelles fragilités, l'entreprise se transforme, vit, suscitant de nouveaux potentiels d'attaques. L'entreprise doit s'organiser pour disposer de fonctions opérationnelles adaptées et dédiées à cette activité. Ces fonctions nécessitent des savoirs, des savoir-faire et de l'outillage. C'est l'ensemble de ces techniques que nous allons tenter d'aborder dans ce document.

Globalement, on peut remarquer que le cycle de vie est à prendre dans le sens inverse de notre présentation. Dans les entreprises moins matures en gou-



vernance de la sécurité, la dynamique de cette sécurité opérationnelle est la première visible et opérée. Dans l'entreprise va réagir le, plus souvent dans une dynamique de réponse immédiates aux problèmes de sécurité sans pour autant investiguer plus avant dans les fragilités globales. Les mécanismes de cybersécurité sont donc construits dans une entreprise peu mature dans le sens suivant :

- Répondre aux incidents de sécurité, tenter de répondre à la question : « qui nous attaque et pourquoi » ;
- Améliorer les filtrages ;
- Couvrir les vulnérabilités découvertes ;
- Rechercher les vulnérabilités existantes dans le périmètre de responsabilité ;
- Anticiper les attaques ;
- Anticiper les risques informatiques ;
- Anticiper les risques sur l'information ;
- Anticiper la menace.

## 6.2 Lutte contre la menace

La finalité de cette défense d'entreprise est de lutter contre ces attaques qui ne sont pas qu'informatique. L'attaquant peut utiliser des scénarii utilisant de nombreux vecteurs qui peuvent utiliser des fragilités organisationnelles ou humaines. On peut dire qu'une attaque est une fonction complexe, qui peut viser ou utiliser de nombreux facteurs internes et externes à l'entreprise. Ces facteurs constituent ce que certains nomment l'environnement numérique ou digital de l'entreprise. Cet environnement est globalement constitué de l'ensemble des outils, services, moyens informatiques ou réseaux utilisés par l'entreprise. Mai 2017 a été un tournant dans la prise de conscience de la menace de la part des entreprises. Le Rançon-logiciel WannaCry a plus fait trembler les médias que les entreprises, mais a permis de faire comprendre au grand public les enjeux des menaces informatiques.

### 👁 Paramètres d'une attaque :

$$\text{Attaque} = \text{Fonction} [\text{Fragilités HOT Entreprise} \otimes \text{Gains Escomptés PF}] \quad (6.1)$$

- Fragilités HOT : Humaines, Organisationnelles, Techniques
- Gains pour l'attaquant : Idéologiques, Politiques, Financiers, ...

On peut noter quatre grandes classes d'attaques informatiques<sup>1</sup> :

1. La majorité des attaques élémentaires peut être rangée dans ces classes



- Attaques **d'interception** d'information, vols par écoutes passives ou actives dans les flux transitant entre un émetteur et un récepteur ;
- Attaques par **déni de services**, généralement sur le réseaux : Ce type d'attaque est une atteinte à la DISPONIBILITE du système, basé souvent sur la saturation d'une capacité de traitement. Le système saturé dans l'exécution de certaines de ses fonctions, ne peut plus répondre aux demandes légitimes, car il est occupé à traiter d'autres sollicitations ;
- Attaques par **exploitation de failles** logiciels : Ce type d'attaque va utiliser une vulnérabilité, d'un système d'exploitation ou d'un logiciel pour exécuter du code malveillant. Ce code réalisera alors sa mission ;
- Attaques par **exploitation de défauts** de configuration : Ce type d'attaque utilise simplement un ou des défauts de configuration pour que légitimement l'agresseur puisse dérouler un scénario, qui pourra lui donner par exemple des droits particuliers pour conduire des attaques.

Nous pourrions remarquer que ce nombre est relativement faible. Toutefois, la vraie difficulté réside dans la multiplicité des vulnérabilités, et des défauts de configuration. Les développeurs réalisent des logiciels possédant des failles (vulnérabilités), les utilisateurs ou les administrateurs déploient des systèmes en faisant des erreurs de configuration, ou ne les configurent que très rarement en pensant à la malveillance.

Les motivations des attaquants sont nombreuses, et leurs objectifs variés :

- obtenir un accès au système pour s'y maintenir en attendant une opportunité ;
- récupérer de l'information, secrets, données personnelles exploitables (en gros toutes informations ayant de la valeur) ;
- récupérer des données bancaires ;
- s'informer sur l'organisation (entreprise de l'utilisateur, etc.) ;
- troubler, couper, bloquer le fonctionnement d'un service (les rançongiciels entrent dans cette catégorie) ;
- utiliser le système d'un utilisateur, pour rebondir vers un autre système ;
- détourner les ressources du système d'un utilisateur (utiliser de la bande passante, utiliser de la capacité de calcul) ;

Bien entendu, il n'y a que très rarement un seul objectif, c'est la combinaison des méthodes d'attaques, des objectifs unitaires qui définissent globalement une mission ou un objectif final. L'exploitation de vulnérabilités au sein de l'entreprise va permettre le déploiement par l'attaquant d'un scénario.



### 6.2.1 Politiques et Stratégies

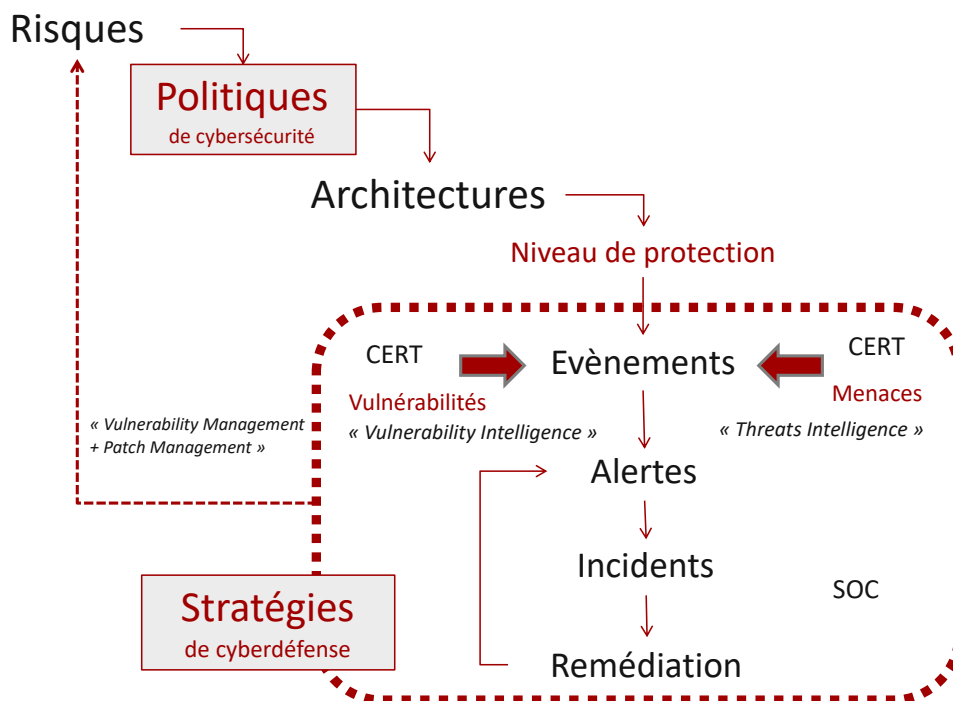


FIGURE 6.2 – Positionnement de la sécurité opérationnelle

A partir des risques identifiés, l'entreprise a posé des politiques de sécurité qui ont permis de mettre en place des mesures de sécurité. Ces mesures sont d'ordre techniques avec des systèmes de sécurité, ou des SI avec des architectures particulières, mais aussi d'ordre organisationnel avec des procédures et des mécanismes à respecter. L'ensemble de cette dynamique construit un niveau de sécurité qu'il va être nécessaire de maintenir dans le temps. Toutefois ce niveau de sécurité n'est pas suffisant pour une simple et bonne raison : la menace évolue, les vulnérabilités apparaissent (découvertes, ou créées), la valeur « marchande » des actifs d'une entreprise change aussi. Les occurrences de ces éléments de vie sont considérés comme des événements qu'il convient de détecter avec suffisamment d'avance sur l'attaquant pour pouvoir le plus rapidement les prendre en compte.

La gestion des événements qui peuvent être une source de mesure de l'évolution du niveau de sécurité de l'entreprise est au cœur des stratégies de cyberdéfense. Ces événements sont corrélés avec des sources provenant de deux processus particuliers qui seront décrits dans ce document.

Il est à noter qu'un attaquant ne raisonne pas en politiques d'attaque face à une politique de sécurité, mais par des stratégies auxquelles il faut opposer aussi



par des stratégies de défense, dont

- Recherche des vulnérabilités : Processus qui permet de rechercher, découvrir, couvrir les vulnérabilités ou fragilités de l'entreprise ou ayant un impact sur l'entreprise que celles-ci soient techniques, humaines ou organisationnelles;
- Prévention de la menace : Processus qui permet de connaître les menaces directes sur l'entreprise ou potentielles afin d'anticiper et/ou se préparer à un type d'attaque.

C'est la confrontation entre les vulnérabilités, les menaces et la détection de l'activité de l'entreprise qui va permettre d'être efficace dans le processus de réponse. Il y a de nombreuses manières d'aborder la cybersécurité d'entreprise.

Ce document présente donc une dynamique de cybersécurité en trois « volets »

- Gestion des vulnérabilités (*Vulnerability Management and CERT*) : maîtriser ses vulnérabilités mais aussi surveiller l'environnement technologique.
- Surveillance, Détection de la menace (*Event and Threat Management*) : Analyser en temps réel l'environnement protégé mais aussi surveiller l'écosystème lié à la menace pour anticiper
- Gestion des incidents et réponse aux incidents (*Incident Response – CSIRT*) : Réagir en cas d'incident et assurer la remédiation

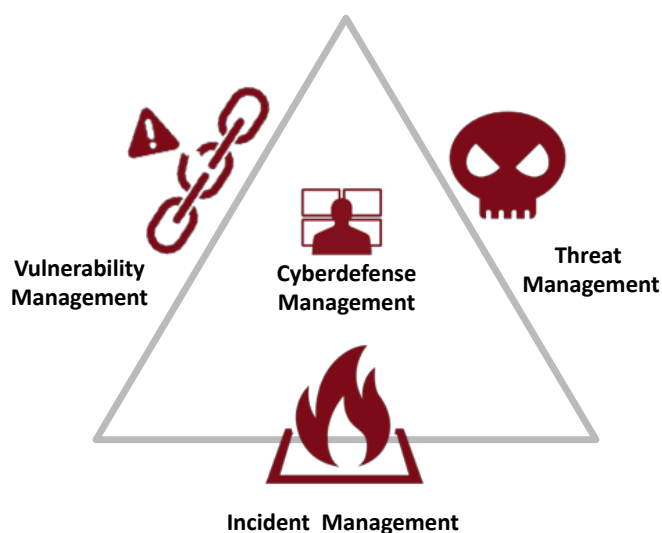


FIGURE 6.3 – Des 3 des volets de la sécurité opérationnelle



Ces trois volets ne sont pas les seuls qui concourent à la cyberdéfense d'entreprise, mais ils en restent les trois faces principales. Il est à noter que ces trois volets correspondent aussi en France à trois référentiels de qualification de l'ANSSI des prestataires de services de cybersécurité au profit des entreprises. Ces labels sont obtenus par les entreprises qui respectent un cahier des charges rigoureux sur le plan de l'éthique, du professionnalisme, et de la compétence des experts intervenants. Il y a trois cadres principaux de certifications sont :

- PASSI : Prestataire d'Audit de la sécurité des systèmes d'information ;
- PDIS : Prestataire de détection d'incident de sécurité ;
- PRIS : Prestataire de réponse à incident.

Ces trois référentiels définissent l'ensemble des exigences d'assurance pour « qualifier » des prestataires de services en cybersécurité sur ces trois thématiques. En effet, il serait en effet important de confier la recherche de ses vulnérabilités, leurs remédiations à des sociétés de confiance. A ces 3 volets il ne faut pas oublier, le volet administration des briques informatique et de télécommunications de l'environnement de l'entreprise. C'est un volet que nous traiterons pas directement dans ce document pour se concentrer, sur les mécanismes de maintien en continue le niveau de sécurité de l'entreprise avec des mécanismes de veille, d'alerte et de réaction.

### 6.2.2 Stratégies d'action

La cyberdéfense est un ensemble de mécanismes liés à une stratégie de l'action. Les outils de cyberdéfense sont construits pour aider à surveiller l'environnement, détecter des menaces et/ou des attaques mais surtout agir et réagir pour limiter les impacts. Si les outils de protection sont configurés à partir d'éléments de politique de sécurité (droits, accès, filtrage ...), les outils de défense sont basés sur les stratégies des attaquants. On distinguera donc ici trois grands mécanismes de Cyberdefense que les anglo-saxons appellent :

- Predictive Cyberdefense
- Active and Proactive Cyberdefense
- Reactive Cyberdefense

Nous aborderons, en particulier ces concepts quand nous évoquerons la notion de SOC (Security Operational Center) activité qui opère ce volet de cyberdéfense mais la veille sur l'environnement numérique reste un axe important.

Il ne faut pas, par ailleurs, oublier le renseignement (*Intelligence*), qui reste une des grandes étapes de la cyberdéfense domaine que nous explorerons sous son



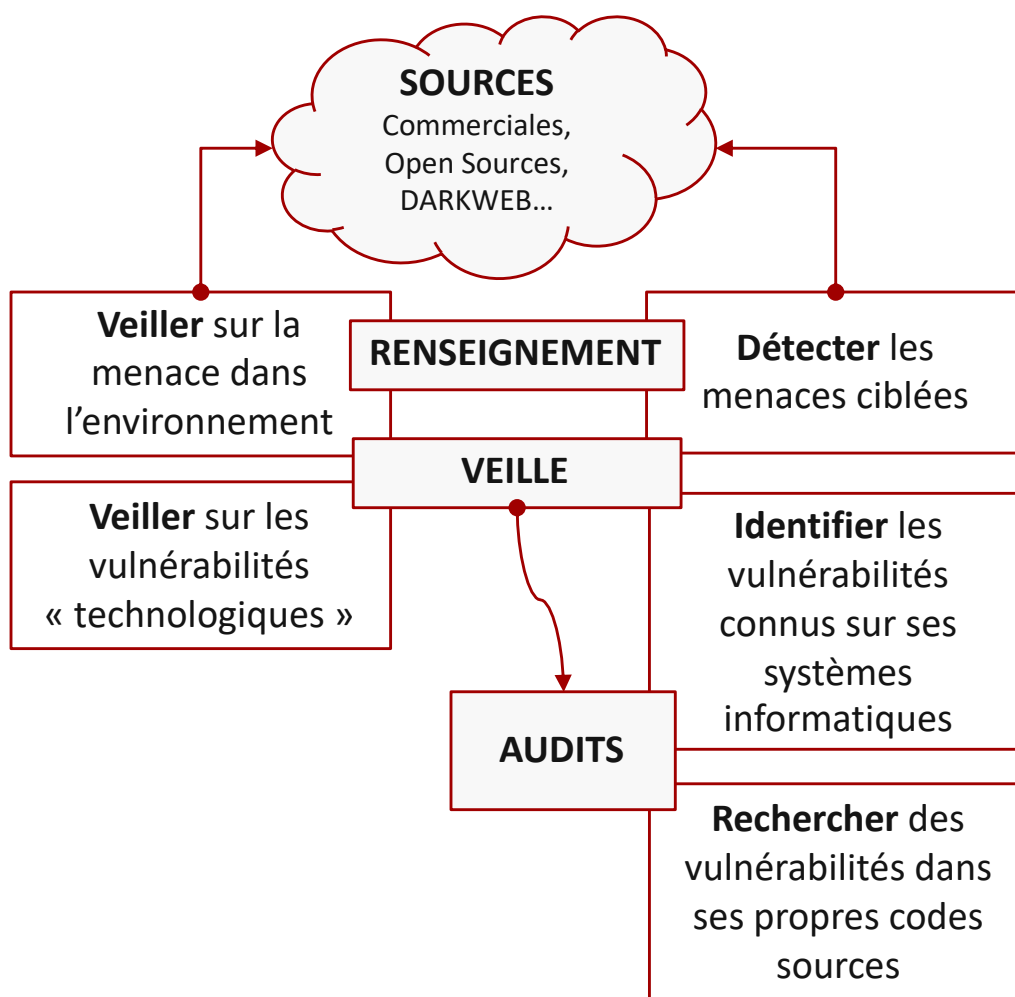


FIGURE 6.4 – Les différentes actions de veille

volet cyber avec les sources de « threat intelligence », mais aussi avec le Renseignement d'Origine Cyber que les anglo-saxons nomme « intelligence cyber »

Dans les grandes organisations une autre stratégie globale de la cyberdéfense est de penser l'anticipation et la détection de manière globale à l'environnement digital de l'entreprise mais de structurer, la réaction de manière locale.

Nous avons positionné l'audit technique comme une des activités fondamentale de la gestion des vulnérabilités. En effet les techniques d'audit font partie des méthodes de référence pour disposer d'un état des fragilités de l'entreprise. On y trouvera donc les grands basiques des audits techniques que sont les tests d'intrusion, la sécurité applicative, l'audit de configuration, et le fuzzing.

Par ailleurs nous explorerons rapidement, les techniques de déception et de leurre qui font partie cette défense proactive avec les honeypots qui peuvent



être couplés avec le *cyber-hunting*, technique de chasse aux codes malveillants dans l'entreprise.

### 6.2.3 les modèles Cybersécurité

Il existe de nombreux modèles de description de l'activité de Cyberdefense dans un contexte de cybersécurité. Certains sont totalement intégrés au modèle de cybersécurité comme l'ISO 27K, ou le Cybersecurity Framework du NIST (Voir fig. 6.5 page 64) avec les activités **DETECT**, **RESPOND** et **RECOVER** ;

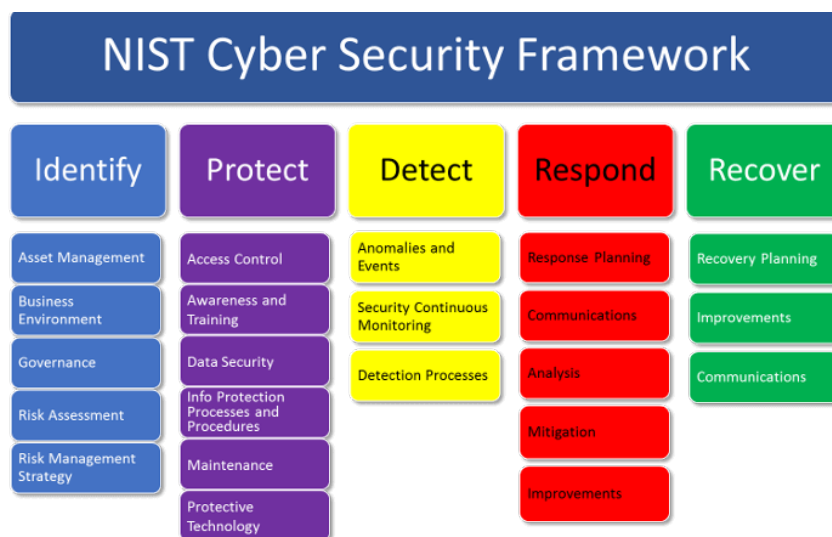


FIGURE 6.5 – modèle NIST

Ce que l'on peut reprocher au modèle du NIST, c'est qu'il ne possède pas explicitement la gestion des fragilités / vulnérabilités, mais il apporte toutefois un modèle très détaillé, que nous utiliserons pour partie. Dans l'environnement ISO 27000, le modèle est piloté par les risques (Voir fig. 6.6 page 65).

Nous avons fait le choix de positionner la présentation du volet sécurité opérationnelle en nous éloignant un peu des modèles pour présenter les 3 grands moteurs de la sécurité opérationnelle. En effet les modèles cités sont orientée sur un axe de cycle de vie. En sécurité opérationnelle ou cyberdéfense, l'objectif est de conduire en continue et de frond des processus de maitrise des risques cyber opérationnels.





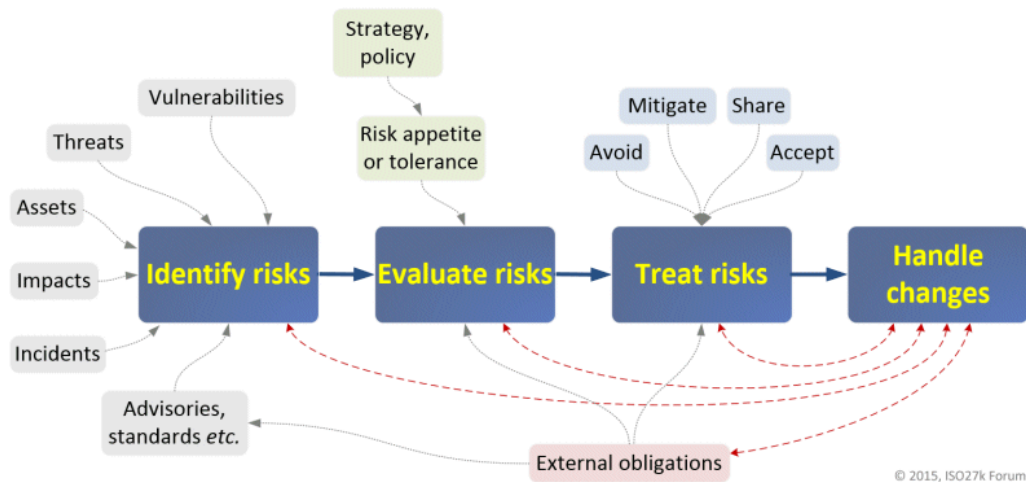


FIGURE 6.6 – modèle ISO27 et risques

- Les systèmes d'information évoluent en continu et des vulnérabilités peuvent s'insérer et/ou découvertes chaque jour au grès des modifications et évolutions,
- Des menaces se concrétisent quotidiennement par des attaques ciblées ou non, nécessitant de réagir vite et en cohérence avec des enjeux de l'entreprise
- Avoir la capacité de réagir, et d'assurer la continuité d'activité face à des attaques d'ampleur, ou à fort impact techniques ou médiatique.



### 6.3 structure du cours

Notre propos sera donc centré sur ces trois axes qui nous déclinerons dans trois chapitres. Le travail de fond d'une équipe de sécurité opérationnelle, ou simplement de l'activité SECOPS est de pouvoir gérer de front trois grandes tâches :

- maîtriser les fragilités numériques de l'entreprise (*Vulnerability Management*) quelles soient au sein du SI mais aussi dans l'environnement dit digital de cette entreprise (réseaux sociaux, partenaires, ...);
- anticiper les menaces et les scénarios associés (*Threat Management*), détecter les attaques et gérer au quotidien les événements de sécurité;
- réagir vite et en cohérence avec l'activité de l'entreprise en cas d'incident (*Incident Management*).

Nous aborderons aussi quelques compléments à ces processus SECOPS, comme la détection des fuites de données (Leak Detection), qui peut s'entendre comme un incident de sécurité externe, ou une détection d'évènement hors de périmètre du SI, mais dans le périmètre de surveillance.

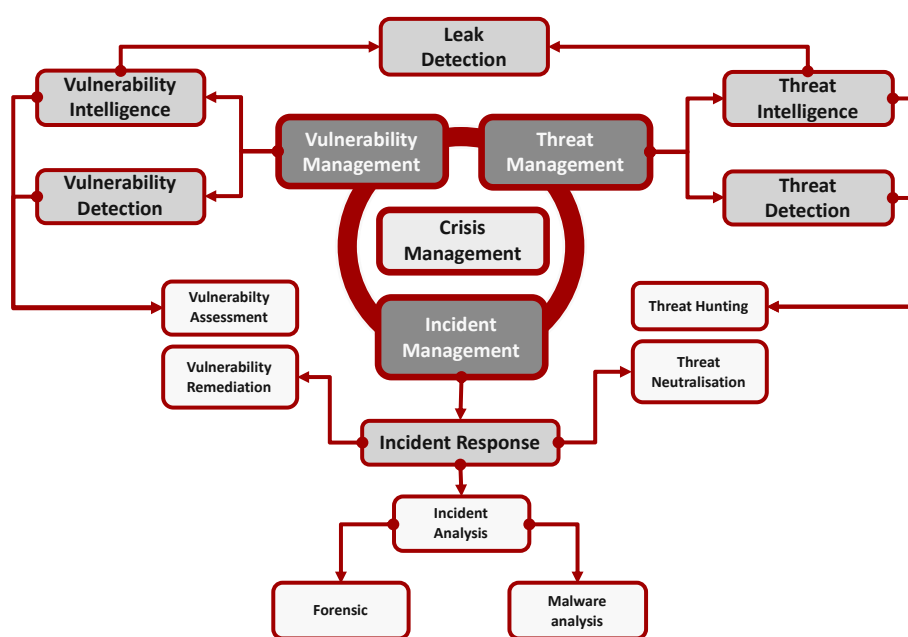


FIGURE 6.7 – Synthèse des meta-processus SECOPS

Des activités qui nécessitent, pour être efficace, une symbiose parfaite entre les équipes qui gèrent l'activité digitale (Systèmes d'informations, réseaux sociaux, ...) et les équipes de sécurité opérationnelle.



## 6.4 les métiers de la SECOPS

Au delà des métiers de l'audit de sécurité qui existent depuis de nombreuses années, la sécurité opérationnelle est le champs de développement de nombreux métiers nouveaux ou en devenir. Nous en explorerons quelques-uns dans chacune des parties qui présentent les opérations de cette SECOPS.

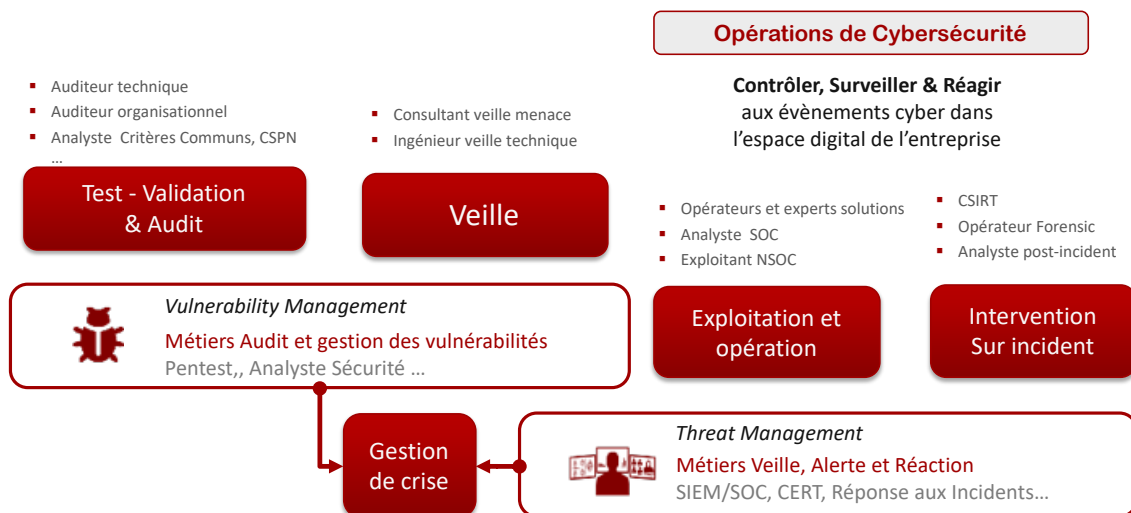


FIGURE 6.8 – Des métiers SECOPS







## 7. Surveiller et Anticiper

### 7.1 Fragilités numériques

Nous avons vu dans l'équation d'évaluation simple du risque, que ce dernier dépendait directement des fragilités de l'entreprise. C'est par l'exploitation de ces failles que l'attaquant va pouvoir déployer toutes ses ambitions.

La notion de fragilité numérique ou digitale de l'entreprise est à prendre au sens large. Elle comprend les fragilités **humaines**, **organisationnelles** et **techniques** mais aussi la sensibilité à des scénarios d'attaques. C'est en effet la susceptibilité d'une organisation à subir des défaillances dans le temps que l'on nomme vulnérabilités.


#### 7.1.1 Détecter les fragilités de l'entreprise

La première tâche de fond en cybersécurité pour une équipe dédiée est d'identifier de fragilités de l'ensemble de l'environnement numérique<sup>1</sup> de l'entreprise. Elle s'inscrit dans la dynamique de l'**anticipation** avec la recherche de fragilités ou de risques cyber dans l'entreprise et leur correction. Généralement les tâches associées à la couverture des vulnérabilités se déploient avant la **détection** d'évènement à risque, d'attaques, de déviance dans l'environnement mais aussi à l'extérieur du périmètre de l'entreprise. Elle se positionne néanmoins

---

1. systèmes d'information de l'entreprise, services dans les cloud, réseaux sociaux...



comme une activité qui peut déclencher des mécanismes de la **réaction** aux incidents, de la gestion de crise, par la nécessaire remédiation en cas de vulnérabilité critique. De multiples notions sont liées à la gestion des vulnérabilités, telles que le « scan » de vulnérabilités, l'évaluation de vulnérabilités (vulnerability assesment en anglais) ou l'application de correctifs (vulnerability patching ou patch management en anglais). On trouvera ces concepts bien décrits dans le livre blanc du SANS Institute Implementing a Vulnerability Management Process <sup>2</sup>.

On peut distinguer deux grandes typologies d'actions pour identifier ces fragilités :

- l'audit de sécurité, qui permet de détecter des fragilités exploitables. Ce type d'audit peut se dérouler sous la forme de scénario exécuter par des équipes de "tests d'intrusion" soit sous la forme de campagne exécuter avec des scanners de vulnérabilités.
- la veille en vulnérabilités associée à la cartographie de l'environnement technique qui permet de déclencher une alerte de sécurité si une vulnérabilité apparaissait sur un des produits, services ou logiciel surveillés.

La difficulté principale de ces activités est de bien définir les périmètres techniques et de responsabilité sur lesquelles elles portent.

Si l'audit de sécurité permet d'évaluer les fragilités des éléments (composants) de l'entreprise en ce mettant dans la peau de l'attaquant, afin de découvrir les scénarios potentiellement actifs sur l'environnement digital de l'entreprise, il n'en demeure pas moins important de mettre en place des mécanismes complémentaires et continus pour la veille, la recherche, la détection, la correction de ces vulnérabilités.

### 7.1.2 Anticiper et surveiller les menaces

Comme nous l'avons vu, une grande partie des attaques sur l'entreprise est liée à l'exploitation de fragilités de celle-ci, ces fragilités étant dans la plupart des cas connues (.

L'exploitation de ces fragilités, sont de deux grandes natures.

- attaques exploitant de manière **opportuniste** des fragilités non cataloguées avec ou sans ciblage particulier de l'attaqué ;
- attaques **ciblées** exploitant de manière spécifique des fragilités connues mais pas corrigées ou des fragilités non encore connus par les défenseurs.i

---

2. <https://www.sans.org/reading-room/whitepapers/threats/implementing-vulnerability-management-process-34180>



On trouvera dans le chapitre 7.5, une description plus précise de ces notions de vulnérabilités connues et non connues. Les menaces sont généralement des scénarios, des codes malveillants, des mécanismes d'agression ... Le principe de gestion de la menace relève de la même dynamique de gestion que celle liée aux vulnérabilités.

## 7.2 Les bases sur les vulnérabilités

### 7.2.1 Fragilités HOT

Quand nous parlons de vulnérabilités, nous parlons globalement des fragilités dans l'environnement du numérique de l'entreprise. Nous pouvons distinguer trois grands classes de fragilités :

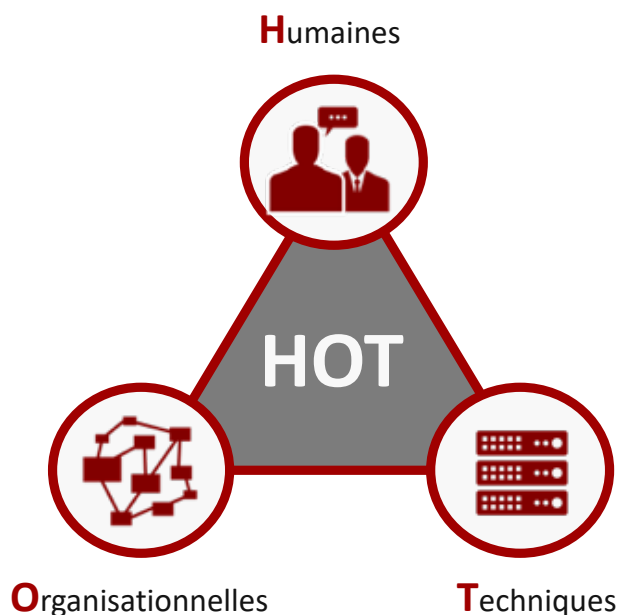


FIGURE 7.1 – les types de vulnérabilités

- Fragilités techniques, généralement dénommées vulnérabilités au sens où ces fragilités rendent vulnérable tout ou partie d'un système. Pour rechercher ces vulnérabilités, on utilisera des techniques d'audit, de scan de fuzzing ... Ce sont ces vulnérabilités informatiques et réseaux que nous présenterons en détail.
- Fragilités humaines, généralement des déviations comportementales, détournement d'usage légitime, sensibilité à l'ingénierie sociale, vulnérabilités



sociales ou physiologiques que l'attaquant pour utiliser. Ces fragilités sont détectables avec des audits (exemple tests mail phishing). Elles sont réduites par des mécanismes de formations et de sensibilisation, ainsi que dans certains cas des processus d'habilitation

- Fragilités organisationnelles : Un attaquant peut utiliser des déficiences organisationnelles pour obtenir des éléments pour conduire son attaque (exemple : pas de processus de vérification d'identité lors de demande sensible par téléphone).

Un attaquant utilisera bien entendu l'ensemble de ces fragilités pour conduire sa mission.

Dans le domaine technique de cette sécurité numérique, une vulnérabilité ou faille est une faiblesse dans un système, permettant à un attaquant de porter atteinte à la fonction de ce système, c'est-à-dire à son fonctionnement normal, à la confidentialité et l'intégrité des données qu'il contient.

Ces vulnérabilités sont la conséquence de faiblesses dans la conception, le développement, le déploiement, la mise en œuvre ou l'utilisation d'un composant matériel ou logiciel du système.

Il ya trois grandes classes de faiblesses ou vulnérabilités numériques :

- **Faillles de configuration** ou de défaut d'usage (utilisation d'un système en dehors de ses zones de fonctionnement stable et maîtrisé)
- **Faillles Logicielles** : Faillles de développement, de programmation qui conduisent généralement de l'exploitation de bugs logiciels. Il faut distinguer les logiciels développés de manière dédiée, et les logiciels dits sur étagère, Les dysfonctionnements des logiciels sur étagère (éditeurs logiciels) sont en général corrigés à mesure de leurs découvertes, mais il y a un délai entre le moment de la découverte et la correction,
- **Faillles de conception** : Faillles issues de défaut de conception. Ces failles sont souvent liées à des failles protocolaires issues de faille de conception d'un protocole de communication, ou de formats de données.

Nous pouvons décomposer les failles dites logicielles, en deux groupes

- Les failles des logiciels ou **codes sur mesure**, développés dans l'entreprise ou par un tiers mais non édité en tant que logiciel indépendant. Nous pouvons y inclure tous les codes logiciels développés en interne.
- Les failles logicielles de produits ou codes connus, reconnus souvent dénommées **progiciels** (produits logiciels). On peut aussi y distinguer deux sous classes les logiciels où les sources sont accessibles, et les codes dits fermés





ou l'utilisateur ne dispose que du code binaire exécutable. Nous verrons que les démarches de recherche de failles dans ces deux types de code sont un peu différentes.

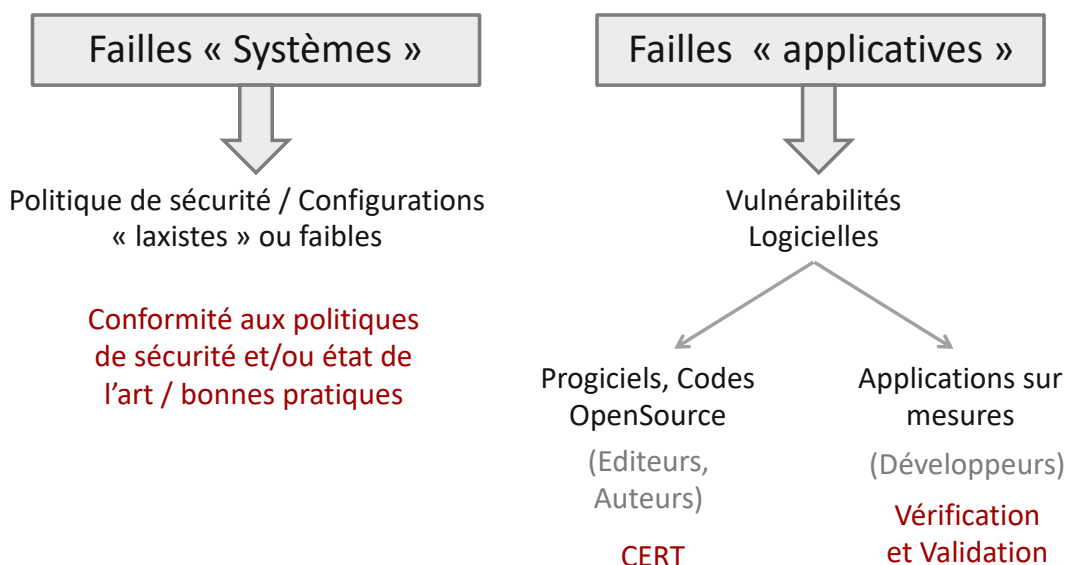


FIGURE 7.2 – Les types de vulnérabilités

Quand on parle de fragilités, il n'y a pas que les failles de conception ou de développement. Les failles de configuration des systèmes d'information représentent encore une grande partie de fragilités utilisées par les attaques. On trouve encore des administrateurs système qui utilisent dans les outils de filtrage la règle :

#### AllowAll vs DenyAll

Tout est autorisé sauf ce qui est interdit (**Allow All**) plutôt que de respecter le concept de base de la sécurité tout est interdit (**Deny All**) sauf ce qui est autorisé.

La recherche et la découverte de ces vulnérabilités utilisent donc des outillages un peu différents. On distinguera donc :

- les failles systèmes et de configuration,
- les failles dans le développement, dites failles applicatives.

### 7.2.2 Exemples de vulnérabilités

A titre d'exemple et d'illustration je vous propose d'examiner rapidement des vulnérabilités techniques : deux failles de conception et une de programmation. Nous ne rentrerons pas dans les détails des vulnérabilités. Ce chapitre a



pour objectif de présenter concrètement ce qu'est une vulnérabilité, sur la base d'exemples simples.

### Exemples et cas typiques

Les exemples de vulnérabilités tant en développement qu'en configuration et les moyens de les couvrir sont de bon sujets pour les fiches TECHNO dans le cadre des travaux demandés.

La majorité des failles informatiques du domaine du Web et des applications sur mesures est due à une utilisation non prévue de l'applicatif. Un utilisateur peut envoyer une information plus longue que prévue (buffer overflow), ou une valeur non gérée (négative, quand le logiciel attend une valeur positive), ou quand il ajoute des symboles non attendus (des guillemets, caractères spéciaux alors qu'il était prévu seulement des lettres), si les vérifications des données ne sont pas faites correctes, alors le logiciel, programme ou l'application peut se mettre dans un état qui, dans certains cas, peut être détournée.

### Faible type XSS

Si nous prenons par exemple, un code qui affiche une image avec un titre, que ce titre d'image soit saisi par un utilisateur et qu'aucun contrôle ne soit fait. Dans l'application, l'affichage se fait par un code PHP du style :

```
<?php ...  
    $image = readimage(). "png";  
    $title = readtitle();  
...  
    print '';  
...?>
```

et permet de générer le code HTML suivant :

```
<html>...  
      
...</html>
```

Un utilisateur malveillant pourrait avoir saisi autre chose qu'un simple titre, et faire en sorte que la variable **\$title** puisse contenir une chaîne de caractère un peu particulière. Le pirate aura entré, par exemple, comme titre de sa photo sur ce site un peu faible, une chaîne comme : « un titre de mon image/"><script>...script malveillant...;</script> »

```
<html>...
```



```
<script>...scriptmalveillant...;</script>"  
...  
</html>
```

L'exécution du script javascript malveillant se fera à la lecture de cette page générée. Si cette donnée est stockée sur un serveur, l'action sera effective pour toutes les personnes qui consulteront l'image avec son titre piégé par un script malveillant.

### Faible type SQL Injection

Nous allons rapidement explorer un grand classique des vulnérabilités sur les applications de sites Web sur Internet : l'injection SQL. Le principe est d'injecter dans une requête SQL (langage d'interrogation de base de données), utilisée dans une application PHP par exemple. Supposons que dans l'application, la requête suivante soit utilisée :

```
SELECT fieldlist  
FROM table  
WHERE field = ' $EMAIL ';
```

Supposons que la saisie de l'utilisateur, saisisse un email avec une chaîne un peu modifiée (ajout d'un simple « ' » en plus) :

```
SELECT fieldlist  
FROM table  
WHERE field = ' contact@test.com ';
```

L'exécution de cette requête va générer une erreur, et en fonction de la gestion des erreurs du code PHP, l'utilisateur pourra apercevoir que cette requête a provoqué une erreur d'exécution. Ceci permet à l'utilisateur de rapidement déterminer que le code est sensible à une attaque par injection SQL. Il peut alors à loisir trouver la meilleure manière de l'exploiter, en entrant un email forgé avec une chaîne plus malicieuse.

La chaîne « OU 'x'='x' » étant toujours VRAI, on pourrait obtenir des informations complètes de certaines tables. Bien entendu, l'usage de vulnérabilité SQL injection n'est généralement pas trivial, mais avec un peu d'habitude, il est possible de construire des attaques sophistiquées sur des codes vulnérables.

```
SELECT fieldlist
```



```
FROM table  
WHERE field = 'somebody' OU 'x' = 'x';
```

## vulnérabilités WEB

Vous trouverez sur le site [Open Web Application Security Project](https://www.owasp.org) <sup>3</sup>, le top TEN des vulnérabilités découvertes sur les sites WEB et pour ceux qui souhaitent creuser un peu plus, il existe de nombreux sites présentant en détail des vulnérabilités et des manières de les exploiter (à des fins pédagogiques!). Le site de [Pixis \(Hackndo\)](https://beta.hackndo.com) <sup>4</sup>, par exemple, vous donne quelques partages particuliers d'un Ethical hacker.

### 7.2.3 Faille de programmation

On peut trouver des vulnérabilités dans des produits et services très connus, et déployés depuis très longtemps. Parmi ces vulnérabilités les plus célèbres (voir figure 7.3), la classe de vulnérabilités du protocole SMB en version 1, est celle qui continue encore à faire des victimes. Le protocole SMB (Server Message Block) est un protocole permettant le partage de ressources (fichiers et imprimantes) sur des réseaux locaux avec des PC sous Windows. Sa version 1 du protocole SMB, vulnérable à la faille EternalBlue.

Dans la base de données du système CVE on retrouve l'identifiant de cette vulnérabilité : **CVE-2017-0144**.

### 7.2.4 vulnérabilités et exploits

Il arrive que la procédure d'exploitation d'une faille d'un logiciel soit documentée et utilisable soit sous la forme d'un code logiciel et/ou de procédure descriptive détaillée appelée « exploit ». Ces exploits ne sont pas systématiquement publiés.

### 7.2.5 vulnérabilités et divulgation

La divulgation publique des vulnérabilités est soumise à un modèle de divulgation de vulnérabilité dans lequel une vulnérabilité ou un problème est révélé uniquement après une période permettant à la vulnérabilité ou au problème d'être corrigée ou corrigée. Cette période distingue le modèle de la divulgation complète.

---

3. <https://www.owasp.org>

4. <https://beta.hackndo.com>



**Windows : une faille 0-day révélée dans SMB, le correctif ...**<https://www.nextinpact.com/news/103173-windows-faille-0-day-revele...> ▼

6 févr. 2017 - Une faille 0-day existe dans Windows, plus spécialement dans la manière dont le système gère le trafic **SMB**. Un prototype d'exploitation est déjà en circulation, ... **Analyses** de la rédaction. ...

**Faille critique dans le protocole SMB de Windows ...**[cybersecurite.over-blog.com/article-faille-critique-dans-le-protocole-smb...](https://cybersecurite.over-blog.com/article-faille-critique-dans-le-protocole-smb...) ▼

17 févr. 2011 - La société de sécurité Vupen émet une alerte jugée comme "critique" sur une vulnérabilité concernant le système d'exploitation Windows pour ...

**MS17-010 - Security Update for Microsoft Windows SMB ...**<https://www.sophos.com/threat-analyses/vulnerabilities/VET-001035> ▼

14 mars 2017 - MS17-010 - Security Update for Microsoft Windows **SMB** Server. Pour plus ... de test des SophosLabs. **Faillles** connues, Aucune **faille** connue.

**Analyse des attaques des ransomware Wannacry et Jaff ...**<https://www.vadesecure.com/analyse-attaques-ransomware-wannacry-jaff>

15 mai 2017 - Ce ransomware se propage au travers d'une **faille** du protocole de partage **SMB** v1 (Server Message Block) non patchée au moment de ...

FIGURE 7.3 – Tempo faille SMB - google

Tout fournisseur de logiciels de sécurité, de services et de recherches de vulnérabilité, se doit de prendre des précautions vis à vis de vulnérabilités découvertes, en particulier les délais de publication. On parle généralement de *Vulnerability Disclosure Policy*.

En effet , développeurs de matériel et de logiciels ont souvent besoin de temps et de ressources pour corriger ces vulnérabilités.

Dans certains cas, lorsque la découverte n'a pas été faite via une recherche commanditée (Audit, Pentest, BugBounty), la communauté sécurité et les scientifiques estiment qu'il est de leur responsabilité sociale de sensibiliser le public aux vulnérabilités ayant un impact important en les publiant. Cacher ces problèmes pourrait créer un faux sentiment de sécurité. Pour éviter cela, les parties impliquées unissent leurs forces et s'accordent sur un délai pour réparer la vulnérabilité et prévenir tout dommage futur. En fonction de l'impact potentiel de la vulnérabilité, du temps requis pour qu'un correctif d'urgence ou une solution de contournement soit développé et appliqué, ainsi que d'autres facteurs, cette période peut varier de quelques jours à plusieurs mois.

Par ailleurs, la confidentialité des découvertes est généralement requise lors des audits. Le commanditaire et l'expert signent un accord dénommé *Vulnerability Non Disclosure Agreement*, qui permet de s'assurer que la publication des vulnérabilités restera à la main du commanditaire.

Dans un mode public avec mode de divulgation de vulnérabilités ouverts



les experts en sécurité s'attendent à être indemnisés financièrement, mais avec le risque que signaler ces vulnérabilités au fournisseur avec l'exigence d'une indemnisation soit considéré comme une extorsion.

Un marché des vulnérabilités s'est développé [ZeroDium](https://zerodium.com) <sup>5</sup> (Voir fig. 7.4 page 78), mais la commercialisation des vulnérabilités reste un sujet très controversé lié au concept de divulgation des vulnérabilités. C'est normalement dans le rôle d'un CERT d'assurer cette coordination des divulgations.

#### Changelog / Sep 3rd, 2019

Sep. 3, 2019 - Payouts for major mobile exploits have been modified. Changes are highlighted below:

Category	Changes
New Payouts (Mobiles)	<b>\$2,500,000</b> - Android full chain (Zero-Click) with persistence ( <b>New Entry</b> ) <b>\$500,000</b> - Apple iOS persistence exploits or techniques ( <b>New Entry</b> )
Increased Payouts (Mobiles)	<b>\$1,500,000</b> - WhatsApp RCE + LPE (Zero-Click) <u>without</u> persistence (previously: \$1,000,000) <b>\$1,500,000</b> - iMessage RCE + LPE (Zero-Click) <u>without</u> persistence (previously: \$1,000,000)
Decreased Payouts (Mobiles)	<b>\$1,000,000</b> - Apple iOS full chain (1-Click) with persistence (previously: \$1,500,000) <b>\$500,000</b> - iMessage RCE + LPE (1-Click) <u>without</u> persistence (previously: \$1,000,000)
Desktops/Servers	No modifications.

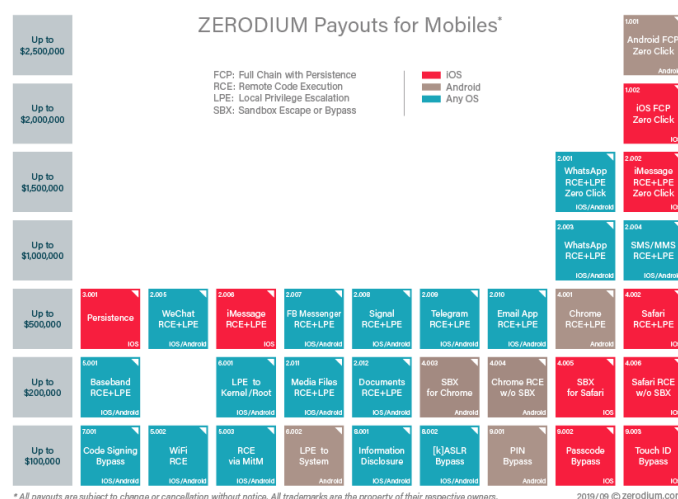


FIGURE 7.4 – Le marché des failles mobiles avec Zerodium

### Le marché des vulnérabilités

Le marché des failles de sécurité est un marché particulier dans lequel des hackers de toute natures trouvent le moyen de financer leurs activités de R&D et de hacking. Les grands éditeurs commerciaux et libres y trouvent leur compte. C'est un sujet intéressant pour un mémoire technique.

5. <https://zerodium.com>



## 7.3 CVE, CVSS et CWE

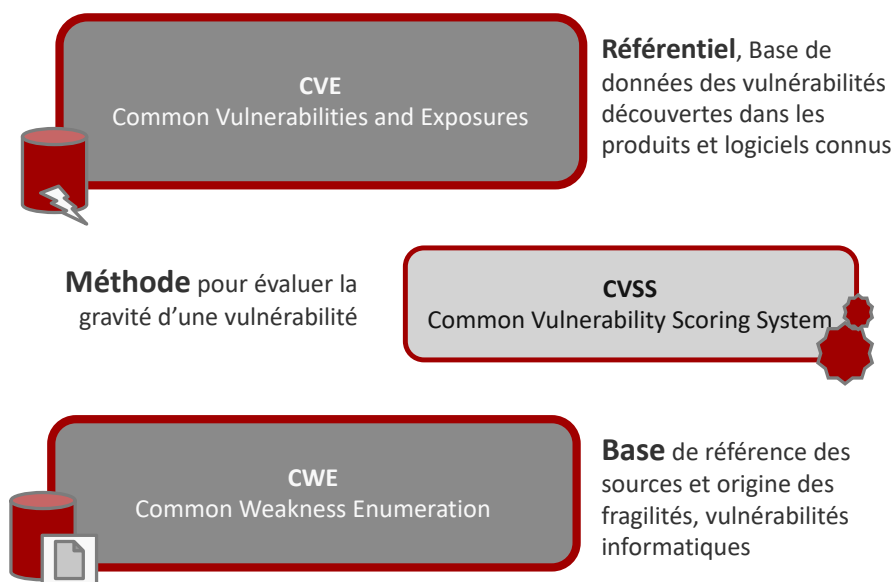


FIGURE 7.5 – Quelques concepts de gestion sur les vulnérabilités

### 7.3.1 Common Vulnerabilities and Exposure (CVE)

De nombreuses vulnérabilités sont découvertes chaque année dans des produits et logiciels. Les informations techniques sur ces vulnérabilités permet de les détecter, et de les caractériser. Il était important dans le monde des technologies de l'information qu'elles puissent être identifiées et décrites de manière unique, et que ces caractérisations soient accessibles à tous.

L'objectif fondamental de la création du CVE est de constituer un dictionnaire qui recense toutes les failles avec une description succincte de la vulnérabilité, ainsi qu'un ensemble de liens que les utilisateurs peuvent consulter pour plus d'informations. Cette base est proposée pour consultation et reste maintenue par le Mitre Corporation. Cet organisme à but non lucratif américaine a pour l'objectif est de travailler dans des domaines technologique comme l'ingénierie des systèmes, les technologies de l'information, la sécurité.

*Common Vulnerabilities and Exposures* ou CVE est une base de données (Dictionnaire) des informations publiques relatives aux vulnérabilités de sécurité. Le dictionnaire est maintenu par l'organisme MITRE. Les identifiants CVE sont des références de la forme CVE-AAAA-NNNN

Pour consulter les CVE, il suffit de se rendre sur [CVE.mitre.org](https://www.cve.mitre.org) <sup>6</sup>

6. <https://www.cve.mitre.org>



### 7.3.2 Common Vulnerability Scoring System (CVSS)

Bien entendu, disposer d'un identifiant d'une vulnérabilité est important, mais un gestionnaire de sécurité dans l'entreprise, doit aussi disposer d'éléments pour juger de la gravité de cette vulnérabilité.

Le *Common Vulnerability Scoring System (CVSS)* à sa version 3 issu des travaux du FIRST, Forum of Incident Response and Security Teams <sup>7</sup>, est un cadre méthodologique permettant d'évaluer en particulier la criticité d'une vulnérabilité.

C'est un système permettant de calculer une note évaluant la criticité d'une vulnérabilité, et de construire une chaîne de caractères (un vecteur) présentant les caractéristiques de cette vulnérabilité, et les critères utilisés pour ce calcul.

Les notes et vecteurs CVSS sont toujours le résultat de trois groupes de critères d'évaluation (« Base », « Temporal » et « Environnemental ») ayant chacun leur note ainsi que leur vecteur :

- Le groupe des critères de « **Base** » évalue l'impact maximum théorique de la vulnérabilité.
- Le groupe des critères « **Temporel** » pondère le groupe « Basic » en prenant en compte l'évolution dans le temps de la menace liée à la vulnérabilité (par exemple, l'existence d'un programme d'exploitation ou d'un correctif).
- Le groupe des critères « **Environnemental** » pondère le groupe « Temporel » en prenant en compte les caractéristiques de la vulnérabilité pour un Système d'Information donné.

La richesse du modèle apporte une complexité dans sa lecture rapide, toutefois globalement, on peut lire un score CVSS en terme de criticité avec la grille de lecture suivante :

- Un score de 0 à 3.9 correspond à une criticité basse
- Un score de 4 à 6.9 correspond à une criticité moyenne
- Un score de 7 à 10 correspond à une criticité haute

### 7.3.3 Common Weakness Enumeration (CWE)

L'Énumération des faiblesses ordinaires c'est ainsi qu'il faudrait traduire CWE publié par le MITRE <sup>8</sup> est un site qui listent par ailleurs, le top 25 des erreurs de programmation dangereuses et fréquentes. En effet, les développeurs font souvent les mêmes erreurs. La plupart des vulnérabilités applicatives viennent de quelques erreurs bien connues, qui reviennent régulièrement et pour lesquelles

7. <https://www.first.org/cvss/>

8. <http://cwe.mitre.org>





les adapter n'ont qu'à adapter des attaques existantes. C'est le but de la CWE (Common weakness Enumeration) que de recenser les erreurs de programmation commises. On y retrouve des grands classiques, comme la validation des champs d'un formulaire, la célèbre injection SQL, les problèmes de gestion du système, les contrôles d'accès mal gérés, les tests réalisés par le client plutôt que par le serveur... Le but du top 25 est d'attirer l'attention des programmeurs sur leurs propres erreurs les plus courantes, mais également de faire réfléchir les formateurs : trop souvent, ces problèmes courants sont oubliés des cours de programmation et de sécurité. Après une brève présentation de chaque problème, la CWE propose des principes généraux pour l'éviter ; le tout est clarifié autant que possible et devrait être compréhensible avec un peu d'effort par la plupart des développeurs. On explorera un peu plus ces éléments dans le chapitre sur la sécurité applicative.

En 2019, les 3 premières faiblesses ordinaires ont été :

- CWE-119 Improper Restriction of Operations within the Bounds of a Memory Buffer à 75.56%
- CWE-79 Improper Neutralization of Input During Web Page Generation ('Cross-site Scripting') à 45.69%
- CWE-20 Improper Input Validation à 43.61%

## 7.4 Les CERTs

J'ai donné quelques éléments les CERTs dans le chapitre sur les vulnérabilités, toutefois l'évolution des fonctions et services des CERTs s'est rapidement élargie ces dernières années. Au delà des de la diffusion et alerte sur des vulnérabilités, ils couvrent maintenant avec précision les menaces (analyse et alerte sur codes malveillants, ...) et les incidents.

### 7.4.1 Les CERTs commerciaux

#### Fiche TECHNO

Les CERTs commerciaux est un bon sujet d'exploration des sociétés qui délivrent des services de veille. Vous trouverez les Certs en France [🔗<sup>a</sup>](https://www.ssi.gouv.fr/agence/cybersécurité/ssi-en-france/les-cert-francais/) sur le site de l'ANSSI.

<sup>a</sup>. <https://www.ssi.gouv.fr/agence/cybersécurité/ssi-en-france/les-cert-francais/>



### 7.4.2 La relation avec un CSIRT Interne

Une méthodologie efficace de gestion des vulnérabilités comprend une équipe d'intervention en cas d'incident de sécurité informatique (CSIRT). Le CSIRT est responsable de la publication des avis de sécurité, de la tenue d'information régulières pour échanger sur les activités malveillantes et des dernières attaques du jour zéro, de la simplification et de la diffusion des alertes de sécurité et de l'élaboration de directives compréhensibles et efficaces en matière de réaction aux incidents pour tous les salariés. De cette manière, chacun seront en mesure de réagir aux indicateurs de compromis potentiels conformément aux pratiques recommandées par l'équipe CSIRT.

## 7.5 Gérer ses vulnérabilités

Dans le paysage numérique de plus en plus complexe , nous sommes exposés à des terminologies variées souvent soutenues par les modes du moment. Les termes «analyse de vulnérabilités», «évaluation des vulnérabilités» et «gestion des vulnérabilités» sont souvent utilisés et restent une source de confusion pour nombre d'entre nous. Pour nous assurer de se concentrer sur les tactiques les plus efficaces pour gérer les vulnérabilités, nous donnerons les principales différences entre l'évaluation des vulnérabilités et la gestion des vulnérabilités. Mais en posant comme principe que l'important est d'agir quand sont identifiées des failles dans un système. La gestion des vulnérabilités est donc un processus de gestion des risques associés à la présence de vulnérabilités qui se base sur la recherche de celles-ci, l'évaluation de leur impact et qui pilote le calendrier d'application des correctifs disponibles.

- La gestion des vulnérabilités (**Vulnerability Management**) est un processus continu servant à identifier, classer, corriger et réduire les vulnérabilités, en particulier dans les logiciels. La gestion des vulnérabilités fait partie intégrante des processus de gestion de la cybersécurité dans l'entreprise. Contrairement au projet d'évaluation ponctuelle des vulnérabilités, une stratégie de gestion des vulnérabilités fait référence à un processus ou programme complet et continu qui vise à gérer les vulnérabilités d'une organisation de manière globale et continue. Nous avons rassemblé quelques caractéristiques et éléments clés d'une approche standard de la gestion des vulnérabilités. La gestion des vulnérabilités comprend aussi le processus par lequel les risques associés ces vulnérabilités sont évalués. Cette évaluation conduit à corriger les vulnérabilités et éliminer le risque ou une acceptation formelle du risque par le gestion d'une organisation (par exemple, au cas où l'impact d'une attaque serait faible ou la le coût de la correction ne dépasse



pas les dommages éventuels pour l'organisation).

- Il est souvent confondu avec l'évaluation des vulnérabilités (**Vulnerability Assessment**), dont l'objectif est de rechercher les fragilités d'un système ou d'une entreprise. Ces vulnérabilités connues sont recherchées sur le système. Une évaluation de vulnérabilité n'est pas une analyse, c'est un projet ponctuel avec une date de début et une date de fin définies. En règle générale, un consultant externe en sécurité de l'information examine votre environnement d'entreprise et identifie diverses vulnérabilités potentiellement exploitables auxquelles vous êtes exposé dans un rapport détaillé. Le rapport répertoriera non seulement les vulnérabilités identifiées, mais fournira également des recommandations concrètes pour la résolution. Une fois le rapport final préparé, l'évaluation de la vulnérabilité est terminée. Malgré le fait que les deux sont liés, il existe une différence importante entre les deux. La recherche de vulnérabilités consiste à utiliser par exemple un programme informatique pour identifier les vulnérabilités dans réseaux, infrastructure informatique ou applications. La gestion de la vulnérabilité est la processus entourant ce scan de vulnérabilités, prenant également en compte d'autres aspects tels que acceptation des risques, remédiation, etc. On verra en outre que le scan de vulnérabilités n'est qu'une sous partie de l'évaluation des vulnérabilités.
- L'analyse des vulnérabilités est un processus de recherche ces fragilités et des scénarios qui vont permettre de les exploiter. Les tests d'intrusion sont un exemple de cette dynamique d'analyse des fragilités afin d'en définir un scénario permettant d'atteindre l'objectif que l'attaquant s'est assigné.

### 7.5.1 Processus de gestion des vulnérabilités

La gestion des vulnérabilités est un processus continu. Elle apparaît en toile de fond du cycle de vie du Maintien en Condition de sécurité :

- Cartographier, cataloguer l'environnement ;
- Identifier les fragilités et les menaces ;
- Corriger, remédier, améliorer la protection et la défense ;
- Mesurer et suivre l'efficacité des mesures déployées.

### ISO 27001

Un chapitre de la norme parle de Veille de la vulnérabilité, que nous pouvons classer dans le domaine de la gestion des vulnérabilités et donne des éléments méthodologiques :



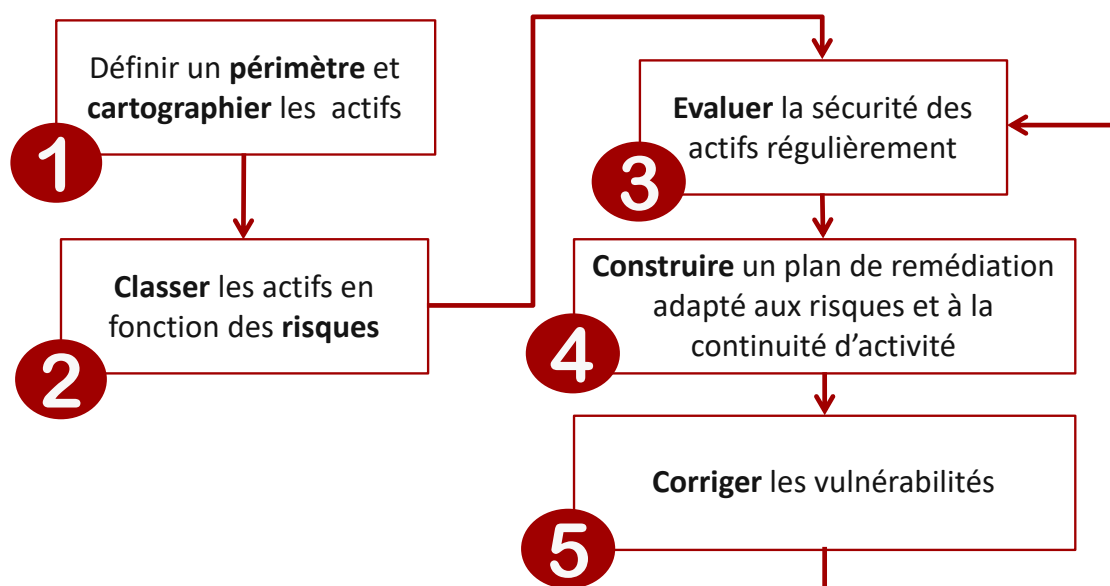


FIGURE 7.6 – La gestion des vulnérabilités

- 1. **DÉCOUVRIR** : Catalogage de l'existant, des actifs, des ressources du système d'information.
- 2. **PRIORISER** : Classifier et attribuer des valeurs quantifiables aux ressources, les hiérarchiser.
- 3. **ÉVALUER** : Identifier les vulnérabilités ou les menaces potentielles sur chaque ressource.
- 4. **SIGNALER** : Signaler, publier les vulnérabilités découvertes.
- 5. **CORRIGER** : Éliminer les vulnérabilités les plus sérieuses des ressources les plus importantes.
- 6. **VÉRIFIER** : S'assurer que la vulnérabilité a bien été traitée.

### Fenêtre d'exposition

Dans un monde idéal où en temps réel, on accèderait à l'apparition d'une vulnérabilité, ou on pourrait la détecter sur son SI, et patcher avec le correctif publié par l'éditeur, la gestion des vulnérabilités se cantonnerait à constater la fenêtre d'exposition générée par le temps nécessaire à l'éditeur pour publier un correctif immédiatement déployé.

L'unique décision pour un RSSI serait une gestion du risque simple liée à la décision de déconnecter ou pas un élément vulnérable du SI pendant la



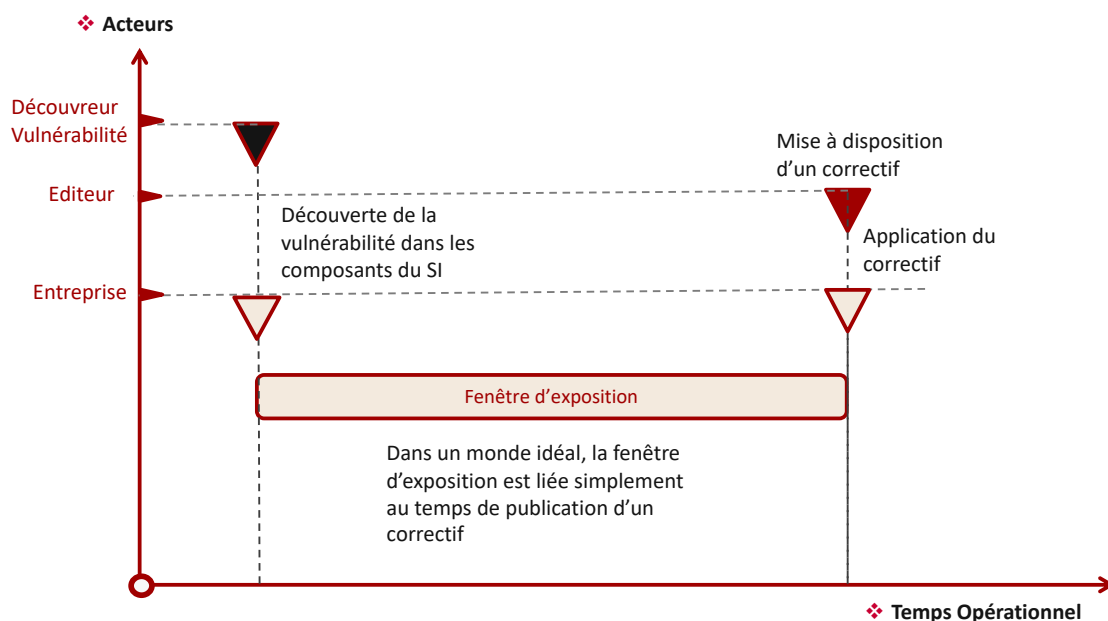


FIGURE 7.7 – Fenêtre d'exposition idéale

fenêtre d'exposition. Tous les correctifs disponibles seraient appliqués dès qu'ils sont disponibles.

Même si l'information peut être accessible en temps réel, la détection de la présence d'une vulnérabilité sur le SI dépend de la fréquence des « scans » ou des audits de l'organisation, ou la connaissance parfaite du SI via une CMDB à jour. Ainsi, la fenêtre d'exposition apparaît naturellement à plusieurs niveaux quelle que soit la réactivité du service de gestion des vulnérabilités.

L'application d'un correctif nécessite une fenêtre de maintenance et un arrêt du service. Au mieux, ces fenêtres de maintenance sont prévues et planifiées, au pire, l'application de correctifs est interdite hors mode projet (notamment sur certains réseaux opérationnels et industriels). Par ailleurs, la planification et l'application d'un correctif, même dans le meilleur des cas, est extrêmement chronophage pour les équipes techniques.

Tous les correctifs pour une même vulnérabilités ne peuvent pas être déployés au même rythme sur tous les systèmes. La gestion des vulnérabilités se structure donc autour de la gestion des priorités basée sur les risques contextuels évalués sur la base

- du niveau de criticité de la vulnérabilité (c'est à dire ce que son exploit permet de réaliser ou d'obtenir – de nombreux services de veille s'appuient sur le Framework CVSS pour classer les vulnérabilités)



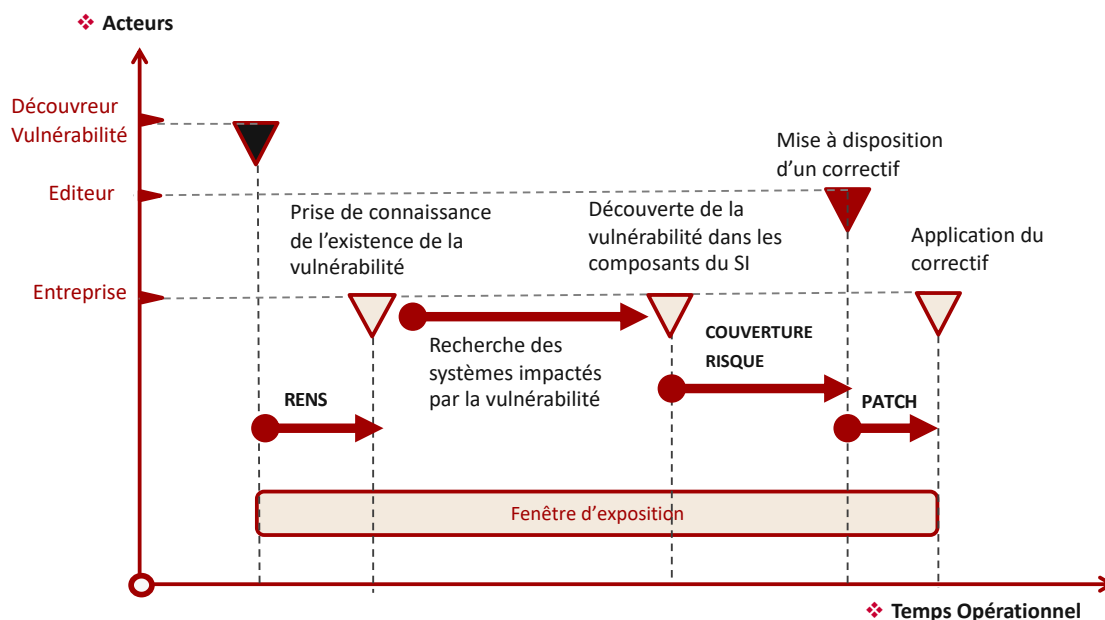


FIGURE 7.8 – Fenêtre d'exposition

— du niveau de criticité pour l'organisation des systèmes et services avérés vulnérables.

Il est important de disposer d'un accès à un service de d'information (renseignement) sur les vulnérabilités et sur les Menaces (cf. CERT commercial) afin de collecter et d'organiser le renseignement extérieur et de le croiser avec le renseignement issu de l'interne (détections, incidents, ...) afin d'identifier l'information prioritaire, de l'enrichir et de la diffuser vers les opérations de sécurité.

Un tel service peut être en mesure d'associer une vulnérabilité à un adversaire, à une phase d'attaque, et à une technique particulière employée dans cette phase d'attaque (Cf. Framework MITRE ATTACK facilite notamment un tel niveau de précision et d'analyse).

Il est ainsi possible de mettre en exergue les vulnérabilités exploitées par les adversaires et les campagnes jugées prioritaires ciblant l'organisation. Cette information sur l'adversaire peut être alors disséminée à des équipes de gestion des vulnérabilités et utilisée pour prioriser l'application des correctifs.



### Processus d'analyse/recherche des vulnérabilités

Avant de se lancer dans la dynamique classique des audits de sécurité (qui permettent de trouver des vulnérabilités), on peut positionner des mécanismes de recherches de vulnérabilités dans le cycle de vie d'un système sous la forme des différentes étapes des cycles V et V (Vérification et validation) d'un projet.

- **Phase de conception** : recherche des défauts et fragilités de conception avec des techniques d'analyse de risque, de revue de conception avec des analyses de menaces
- **Phase de développement** : pendant la phase de développement il existe de nombreux outils d'audit de code statique qui offre l'assistance au développeurs pour éviter les erreurs les plus classiques,
- **Phase de validation** : dans cette phase, il est possible d'utiliser des techniques et méthodologies classiques d'audit de sécurité (Pentest, analyse de code, ...)
- **Phase de vérification opérationnelle** en Pré-Production ou en production : dans cette phase c'est généralement de l'audit dynamique de type scan de vulnérabilité et tests d'intrusion.

Contrairement à l'évaluation des vulnérabilités, un programme complet de gestion des vulnérabilités n'a pas de date de début ni de fin définie, mais constitue un processus continue.

### Processus d'évaluation des vulnérabilités (Vulnerability Assessement)

L'évaluation permet de définir l'impact d'une vulnérabilité sur les risques courus par l'entreprise dans une dynamique d'audit ponctuelle ou récurrente ?..

#### 7.5.2 Audit sécurité des vulnérabilités

Les audits de sécurité se conduisent souvent sur une base d'audit de vulnérabilités suivi de l'exploitation de ces vulnérabilités ou fragilités pour construire des scénarios plausibles et de caractériser des risques à forte probabilités ou fort impact. On distingue cependant :

- les scans de vulnérabilités, permettant de manière automatisée à rechercher les vulnérabilités sur un système donné, et qui se base sur des bases de vulnérabilités connues
- les audits techniques et pentests, qui peuvent se baser en premier lieu sur des scans pour identifier les vulnérabilités connues, mais qui travaille aussi sur la recherche de vulnérabilités.



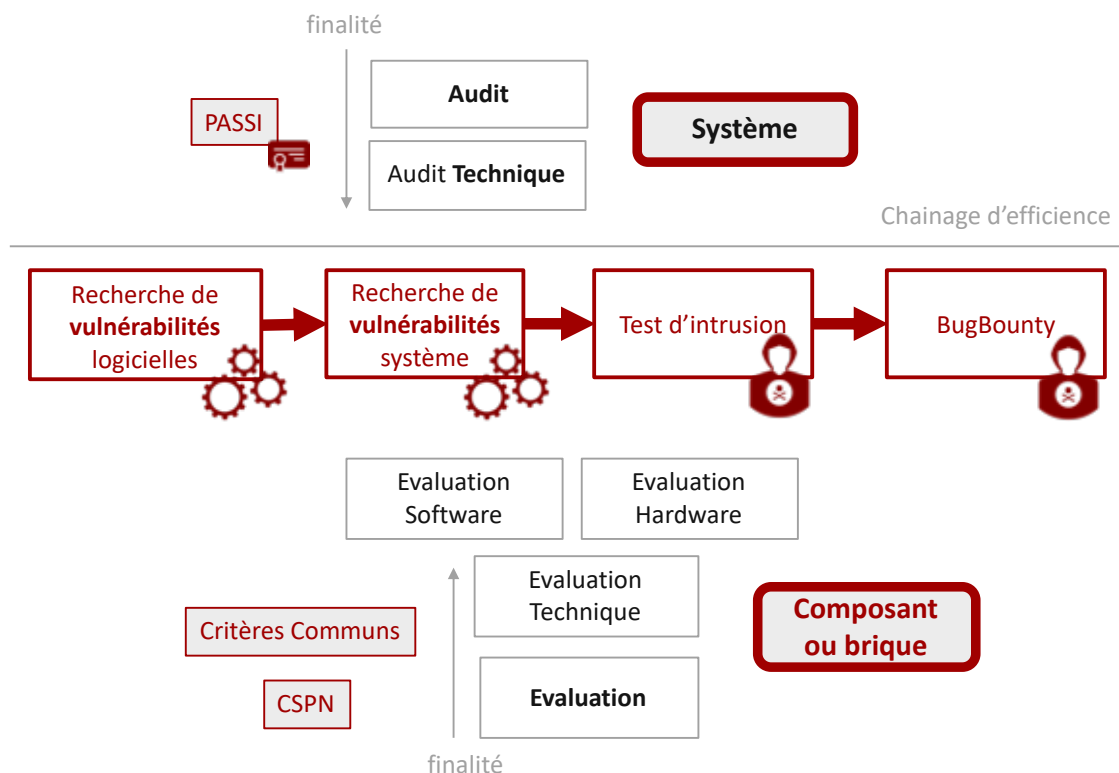


FIGURE 7.9 – Rechercher ses vulnérabilités

### Scan de Vulnérabilités du système

Les vulnérabilités peuvent être découvertes à l'aide d'un scanner de vulnérabilités, qui analyse un système informatique à la recherche de vulnérabilités connues, telles que les ports ouverts, les configurations logicielles non sécurisées et la vulnérabilité aux infections par logiciels malveillants. Des tests de fuzz peuvent permettre de détecter des vulnérabilités inconnues, telles que le jour zéro, permettant d'identifier certains types de vulnérabilités, telles qu'un débordement de mémoire tampon avec des cas de test pertinents. Une telle analyse peut être facilitée par l'automatisation des tests.

### Scan de Vulnérabilités logicielles

La correction des vulnérabilités peut impliquer de différentes manières l'installation d'un correctif, une modification de la stratégie de sécurité du réseau, la reconfiguration du logiciel ou la formation des utilisateurs à l'ingénierie sociale.





## 7.6 La gestion des correctifs

Le patch management est un processus permettant cette gestion des correctifs de sécurité et leur déploiement en entreprise.

En anglais, ce patch management consiste à industrialiser les processus de détection, d'analyse et de déploiement des mises à jours de sécurité logicielles. En effet, lorsqu'un éditeur publie un nouveau patch de sécurité relatif à son produit, ses clients ne sont pas toujours en mesure d'évaluer l'importance de ce dernier ni les risques de son installation. Les solutions de gestion des correctifs proposent alors de stocker localement les correctifs sur un serveur du client, puis d'évaluer l'impact de celui-ci avant éventuellement de le tester puis de l'installer.

### 7.6.1 de l'outillage

La force d'un outil de gestion des correctifs vient d'abord de sa base de données. C'est elle qui référence le parc informatique existant et conserve l'historique de l'installation des patches. Elle permet à tout instant de revenir en arrière après installation d'un correctif ou de déterminer précisément où doivent être installés les patches de sécurité. Par cette base de connaissance, les logiciels de gestion de correctifs facilitent la détection d'incompatibilités logicielles ou matérielles avec un correctif de sécurité car chaque patch donne lieu à une validation fonctionnelle. Les correctifs installés ceux des éditeurs et dépendent donc de leurs délais de publication.

## 7.7 Les audits

Les audits de vulnérabilités s'inscrivent généralement dans des processus de sécurité d'entreprise ou de projets

Les audits peuvent être de natures différentes :

- Audit Organisationnel : pour découvrir les fragilités organisationnelles et humaines
- Audit technique : pour découvrir et analyser les fragilités

On peut avoir besoin de ces audits pour des enjeux différents :

- Audit de conformité
- Audit de vérification et de validation
- Audit de contrôle et d'inspection



Avec une dynamique d'audit :

- Audits ponctuels et campagnes d'audit
- Audit continu

#### Fiche TECHNO : Les audits

Les sujets autour des techniques, méthodologies d'audit informatique liées à la sécurité sont une bonne source de réflexion pour les fiches technos.

## 7.8 Les équipes

Il y existe de nombreuses activités d'évaluation des vulnérabilités. La littérature identifie par ailleurs des noms de métiers ou de compétences d'activité.

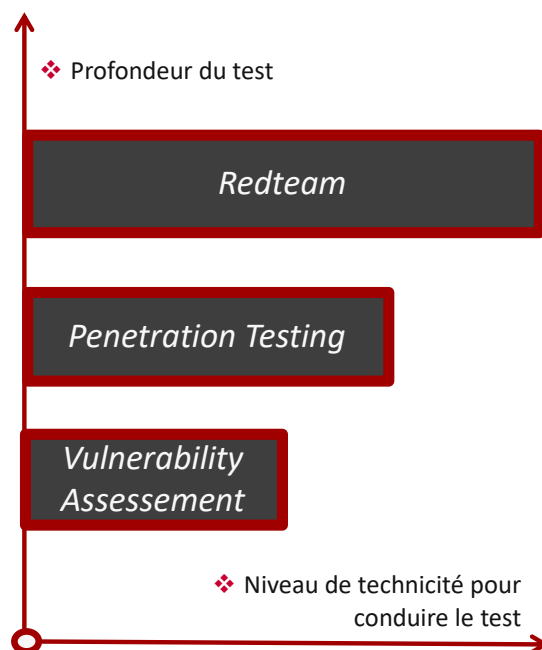


FIGURE 7.10 – Les types de tests de vulnérabilités

## 7.9 les tests d'intrusion

Un des cadres les plus courant pour conduire des audits est l'audit technique qui comprend les tests d'intrusion : PENTEST.



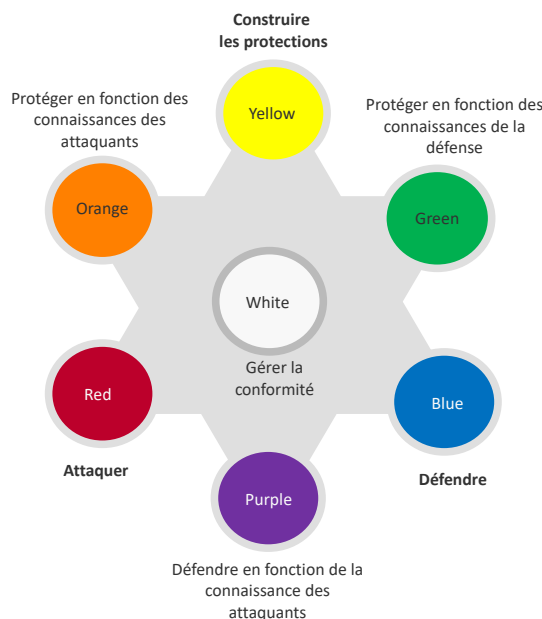


FIGURE 7.11 – Les branches du test

### 7.9.1 généralités

Le terme PENTEST est devenu tellement courant, que l'on oublie quelques fois qu'il est l'abréviation de : "Penetration Testing", qui veut littéralement dire tests d'intrusion. L'expression "test de pénétration" est parfois rencontrée, mais les professionnels du PENTEST n'apprécient pas trop cette expression.

Il est toujours un peu complexe de catégoriser l'activité de pentests. Il aura assez rapidement des détracteurs pour soulever le fait que la catégorie n'est pas la bonne, qu'elle n'est pas représentative du métier. Je vais donc faire rentrer cette activité dans plusieurs catégories (métier de l'audit, métiers d'expertise, métiers du tests). Dans le cadre de ce cours, cette activité je propose de relier cette activité métier se situe comme un des outils du processus de gestion des vulnérabilités (*Vulnerability Management*). Mais il est plus courant de classer les activités de PENTESTS dans les activités d'audit.

### 7.9.2 le métier de Pentesteur

Le métier du PENTEST est lié aux métiers techniques de l'informatique et télécom. Les origines des Pentesteur sont très variées. Ce sont des métiers qu'il est possible d'exercer avec différents niveaux de formation.



## Ethical Hackers

Etre Ethical Hacker fait partie du mythe de la cybersécurité.

### Peut-on faire confiance à des pentesteurs ?

Parmi les grandes questions que se posent les "commanditaires" de tests d'intrusion se trouve celle de la confiance. En effet, le principe des tests d'intrusion est d'ouvrir un peu les portes de ses systèmes informatique à des "intrus" qui vont certainement découvrir des fragilités. Certains, peut être plus paranoïaque que d'autres, peuvent se poser la question de savoir ce que vont devenir ces informations sensibles dans "les mains" de Hackers. Parmi les commanditaires on trouve bine entendu les RSSI, mais aussi les chef de projet d'application ou de produits embarquant des technologies de informatique ou de communication (Objets intelligents, connectés).

### 7.9.3 Les sociétés de confiance


Le niveau de sécurité du système d'information et des outils permettant de réaliser les audits sont vérifiés et validés par une société de certification (LSTI, AMOSYS ...). A l'issue de certification, l'ANSSI prononce la qualification de la société d'audit au titre de ce PASSI. Il existe une extension pour les audits liés à la loi de programmation militaire (LPM). c'est à dire pour les audits sur les SIIV (Système d'information d'importance vitale) des Opérateur d'importance Vitale. (Voir chapitre sur la Cyberdefense)

## Formation des Pentests

### 7.9.4 Certifications professionnelles

**CEH** <sup>9</sup> Hacker Éthique Certifié


L'objectif est de savoir comment rechercher les faiblesses et les vulnérabilités des systèmes à partir des mêmes outils et de connaissances qu'un hacker malveillant, mais d'une manière légale et légitime pour évaluer la sécurité du système. La certification CEH se veut par ailleurs indépendante et neutre vis-à-vis des fournisseurs de produits et solutions.

**OSCP** <sup>10</sup> Offensive Security Certified Professional Une des certifications reconnue pour être une référence dans le domaine des Ethical Hackers de métier.

9. <https://www.eccouncil.org/programs/certified-ethical-hacker-ceh/>

10. <https://www.offensive-security.com/information-security-certifications/oscp-offensive-security-certified-professional/>



L'OSCP est une certification de l'offensive Security, organisme connu pour le système d'exploitation Kali Linux <sup>11</sup> (anciennement Backtrack), visant à vous fournir une certification attestant de vos compétences au niveau des tests de pénétration (Pentest). Cette certification se passe en ligne avec une dynamique de validation basée sur la mise en pratique des compétences au niveau d'un LAB accessible en VPN, avec le passage de différents niveaux de difficultés.

### 7.9.5 les rapport d'audits, et cadre méthodologique

Au coeur de l'activité "professionnelle" des pentesteurs se situe le rapport d'audit. En effet, si l'objectif est bien d'identifier des fragilités (des vulnérabilités), et les scénarios qui permettent de les exploiter à des fins concrètes et relevant d'un menace présentant un risque pour l'entreprise, il n'en demeure pas moins important de "rendre compte" de ce qui a été trouvé. Ce rapport doit aussi contenir des préconisations, car il est important face à une ou des fragilité(s) de proposer des solutions.

## 7.10 le Bug Bounty

### 7.10.1 recherche de vulnérabilités

Un bug bounty est une solution de "recherche de bugs et de vulnérabilités" proposée par des entreprises organisatrices qui permet à des personnes de recevoir une prime ou compensation après avoir remonté des bugs, surtout ceux concernant des failles et des exploits associés. Dans le domaine de la cybersécurité, on peut résumer de manière macroscopique cette activité à un déploiement de chasseurs de prime pour chasser les vulnérabilités "techniques" des systèmes informatiques.

La question est de savoir où trouver ces chasseurs de primes et d'organiser cette "chasse". Le principe est d'organiser dans l'entreprise ou la structure un programme ciblé sur un système logiciel.

Un des programmes de Bug Bounty a été lancé au sein d'une entreprise pionnière de l'Internet, développeur du célèbre navigateur : Netscape. Créée en 1994 et rachetée par AOL en 1998, l'entreprise a disparue en janvier 2003. À l'époque 90% des internautes utilisaient ce navigateur et Jarrett Ridlinghafer, un ingénieur du support technique, avait constaté que la communauté "open source" corrigeaient d'eux-mêmes les bugs de l'application sans que l'entreprise ne soit dans la boucle de contrôle validation. C'est ainsi que naquit l'idée d'organiser et piloter cette chasse au bug et d'offrir des goodies à titre de récom-

---

11. <https://www.kali.org>



pense. Aujourd'hui des entreprises intermédiaires propose de réunir tous les conditions pour réaliser ces chasses au bugs. Elle proposent des plateformes permettant de faire se croiser des "hackers" et des "éditeurs" autour de chasse au bugs / vulnérabilité.

L'utilisation de ces technique pour trouver des vulnérabilités dans ses systèmes est conseillé en fin de cycle de recherche de vulnérabilités

### 7.10.2 Quelques entreprises

- HackerOne (<https://www.hackerone.com>)
- YesWeHack (<https://www.yeswehack.com>)

## 7.11 Vulnérabilités et SEC By DESIGN

Nous n'allons pas développer les concepts de "Security By design" qui englobent de nombreuses thématiques de la sécurité applicative. Les applications en particulier web et mobiles, de par leur complexité et les les temps (et parfois budgets) restreints alloués à leur cycle de développement , contiennent souvent un grand nombre de vulnérabilités.

Comme nous l'avons abordé, tester de manière automatisée les vulnérabilités dans du code applicatif développé se décompose en deux typologies de tests :

- **Audit de code source automatisé** (SAST - Static Application Security Testing).  
L'audit du code source (SAST) des applications est important si vous souhaitez détecter et corriger leurs vulnérabilités pendant la phase de développement car en effet plus tôt une vulnérabilité est découverte et moins elle sera couteuse à corriger. Un audit SAST est non intrusif par nature. Vous pouvez donc scanner en toute sécurité vos applications les plus critiques sans risque d'impacter leur performance.
- **Audit dynamique automatisé** (DAST - Dynamic Application Security Testing).  
Un audit dynamique (DAST) consiste à se servir d'un scanner pour interagir avec l'application ( avec des requêtes malicieuses vers l'application audité) afin d'y trouver des failles connues. Un scanner de vulnérabilités DAST est plus à meme de détecter des erreurs de configuration au serveur web sur lequel est installée l'application.

Toutefois parmi celles-ci se trouve la recherche de vulnérabilité au sein des applications dès la phase de conception, et dans les phase de test et de production.

Le terme APPSEC est souvent utilisé.



## 7.12 Compléments

Pour affiner la gestion des vulnérabilités, il y a bien d'autres points à prendre en compte. Nous avons consigné ici ces points qui sont à développer. Nous ne donnons que des pistes de réflexion.

### 7.12.1 Périmètre sous responsabilité de l'entreprise

#### la notion de responsabilité

L'une des premières étapes d'un programme de gestion des vulnérabilités est un exercice de définition du périmètre de responsabilité et d'inventaire des actifs associés. En particulier au niveau de l'entreprise, les entreprises ont tendance à passer par une multitude de fusions, d'acquisitions et de nouvelles technologies et doivent donc combiner des systèmes incompatibles de manière native ou changer de personnel. Malheureusement, ces circonstances laissent souvent les entreprises confuses quant à la qualité de leur inventaire et beaucoup sont incapables d'identifier tous leurs actifs nécessitant un niveau de protection adéquat. Trop souvent, les entreprises possèdent une multitude d'actifs inconnus dans leur environnement qui pourraient compromettre leur sécurité sur le long terme.

Les experts de la sécurité considère que la gestion des actifs doit être confiée à une autorité unique qui assure la découverte pertinente dans tous les réseaux et services locaux, valide régulièrement l'inventaire des actifs et gère la gestion des modifications (dont les actifs nouveaux ou actifs retirés). Une fonction centralisée d'inventaire des actifs peut aider à clarifier l'inventaire des actifs d'une organisation et à renforcer le processus de gestion des vulnérabilités sécurité.

#### Inventaire des actifs

Une des vraies difficultés du déploiement d'une gestion de vulnérabilités efficace est la maîtrise des actifs vulnérables ou devant être surveillés et gérés en vulnérabilités. La gestion des systèmes d'information et des services informatiques (ITSM) est ainsi devenue un processus essentiel de la transformation digitale, considérée comme un outil privilégié qui va soutenir l'entreprise pour affronter sa propre complexité.

Dans un projet ITSM, le référentiel des actifs s'appelle CMDB (Configuration Management DataBase).

Cette base de données de gestion de configuration intègre tous les composants d'un système d'information pour avoir une vision d'ensemble sur l'organisation de ces composants et d'en piloter leur configuration en cas de besoin. Il est donc important de disposer de ce type d'outil pour pouvoir :



- Connecter cette CMDB à une solution de veille en vulnérabilités pour corréliser les deux et avertir les bons acteurs sur l'apparition d'une vulnérabilité,
- Gérer les mécanismes de remédiation et de gestion des correctifs.

Il n'en demeure pas moins complexe de disposer d'un CMDB à jour, d'autant plus que des services dans le Cloud ne sont pas encore totalement intégrés dans les principes des CMDB, et que le shadow IT sévit toujours dans les entreprises.

La maîtrise des actifs passe par des outils de d'autodiscovery et d'analyse comportementale qui permet de découvrir non seulement les usages du SI mais aussi découvrir des composants actifs dans l'environnement.

Au coeur de la gestion des vulnérabilités, la gestion des actifs est aussi une histoire de responsabilité des périmètres informatiques. :

- IT métier
- Informatique de gestion
- Bureautique communicante.
- Réseau

#### **Fiche Techno : Périmètre et responsabilité**

Qui a la responsabilité d'un périmètre, et dans quelle mesure ce périmètre est géré en configuration ? . Quelle sont les adhérences entre les périmètres, quelle fragilité peut induire des niveaux de maturité différents entre ces périmètres, qui peuvent posséder des RSSI différents ... ? Telle sont les questions qui sont en elle même des sujets de fond dans la gouvernance de la sécurité.

L'une des premières étapes d'un programme de gestion des vulnérabilités est un exercice de définition du périmètre de responsabilité et d'inventaire des actifs associés. En particulier au niveau de l'entreprise, les entreprises ont tendance à passer par une multitude de fusions, d'acquisitions et de nouvelles technologies et doivent donc combiner des systèmes incompatibles de manière native ou changer de personnel. Malheureusement, ces circonstances laissent souvent les entreprises confuses quant à la qualité de leur inventaire et beaucoup sont incapables d'identifier tous leurs actifs nécessitant un niveau de protection adéquat. Trop souvent, les entreprises possèdent une multitude d'actifs inconnus dans leur environnement qui pourraient compromettre leur sécurité sur le long terme.

#### **L'environnement digital externe**

Surveiller les failles dans l'entreprise est fondamental, mais il est aussi nécessaire de surveiller les failles apparaissant dans les services Cloud et dans les réseaux





sociaux. Ces failles peuvent avoir un impact sur l'entreprise.

### **7.12.2 Veille et alerte sur les vulnérabilités**

#### **Abonnement au CERT**

S'abonner à un Cert pour être informé en temps réel des vulnérabilités apparaissant est devenu un besoin primordial réagir au plus vite. Il est important que ces alertes soient contextualisées, mais avec la difficulté de recevoir que les vulnérabilités qui nous intéressent. Le lien avec le patch, et la disposition des solutions de corrections.

#### **Le marché de la vulnérabilité**

Il existe un marché de la vulnérabilité. Les éditeurs (et les états), achètent des vulnérabilités, en gros ils payent des acteurs pour trouver des vulnérabilités.







## 8. Détecter et alerter

### 8.1 Avant propos

Je vous propose d'aborder ce chapitre liée à la surveillance à l'évènement de sécurité par les quelques points fondamentaux de la gestion de la menace.

Après quelques définitions et positionnement dans l'analyse de menace, de la supervision et de l'analyse comportementale nous aborderons les grandes fonctions nécessaire à la DETECTION.

- **VOIR** : capacité de voir et de capter le comportement d'un système d'information via des sources et capteurs avec le *LOG management* (Systèmes et Applicatifs). En n'oubliant pas l'assurance sécurité des Logs
- **COMPRENDRE - PREVOIR** : Avec le *Threat Management* : Veiller, Surveiller la menace, Modélisation et scénarios redoutés
- **DETECTER** : Surveiller le comportement, évènements, anomalies, incidents . . . menace avancée (APT), avec les SIEM et les SOC
- **ALERTER** : mettre en place les mécanismes de remontée d'alerte et d'incident.



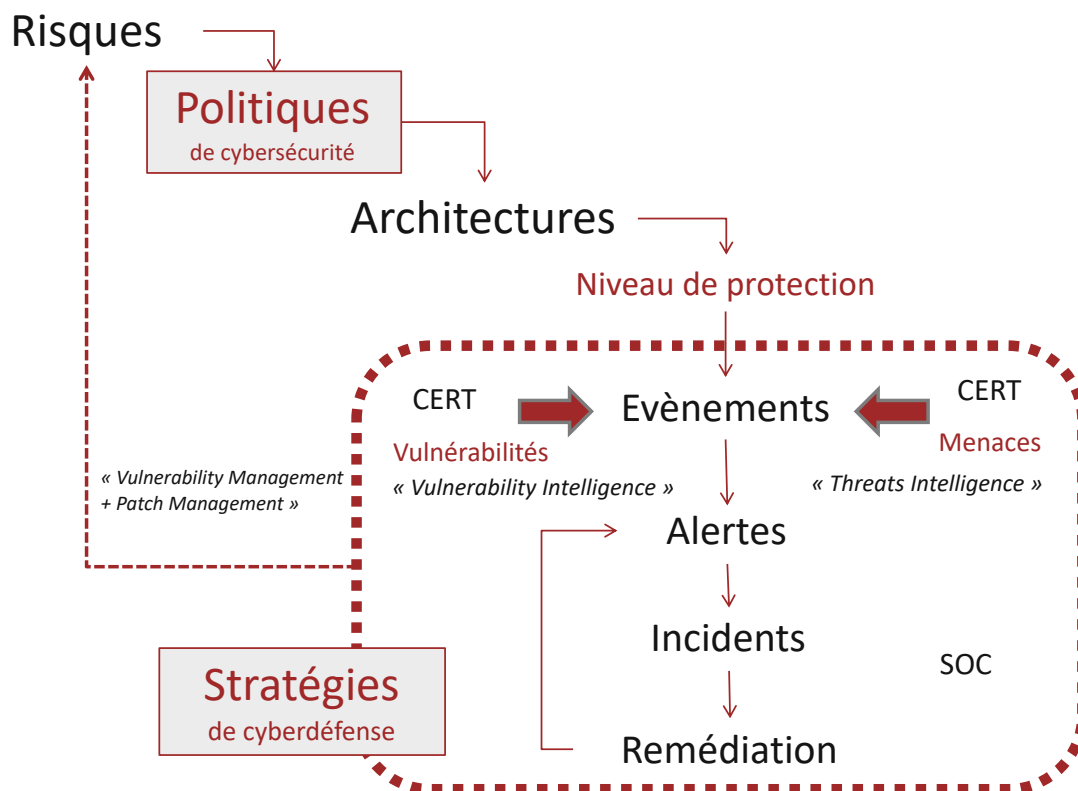


FIGURE 8.1 – ICycle de vie : SEC 101

## 8.2 Menaces et définitions

Ce sont généralement les attaques externes et massives qui font l'actualité dans les médias. Un grand nombre de risques quotidiens sont issus de l'intérieur même de l'entreprise, fuites de la part de vos employés qui, de façon intentionnelle ou non, révèlent des mots de passe ou des informations sensibles, ou alors d'une opération initiée par des acteurs internes malveillants : des salariés, partenaires, clients qui cherchent à utiliser les informations à leur portée afin d'exploiter ou de porter dommage aux systèmes d'information de l'entreprise, mais plus globalement à l'entreprise dans sa globalité.

Les attaquants externes sont, certes, une menace croissante : ils recherchent sans cesse des failles de sécurité afin d'accéder à vos systèmes.

N'importe quelle entreprise est exposée au risque. De nos jours, les connexions diverses d'une entreprise à l'autre représentent de nombreuses voies pour les pirates informatiques, qui attaquent souvent les petites entreprises afin d'accéder à leurs plus grands partenaires, clients ou fournisseurs. Les grandes entreprises demandent donc souvent à leurs fournisseurs et partenaires, quelle que soit leur



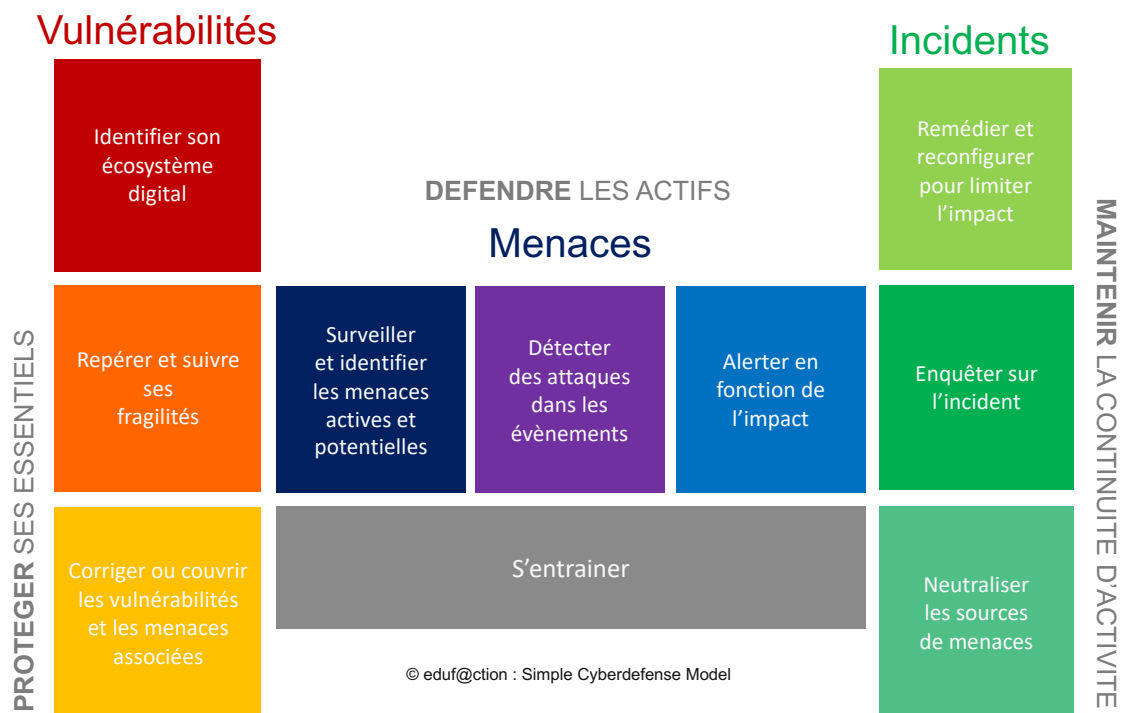


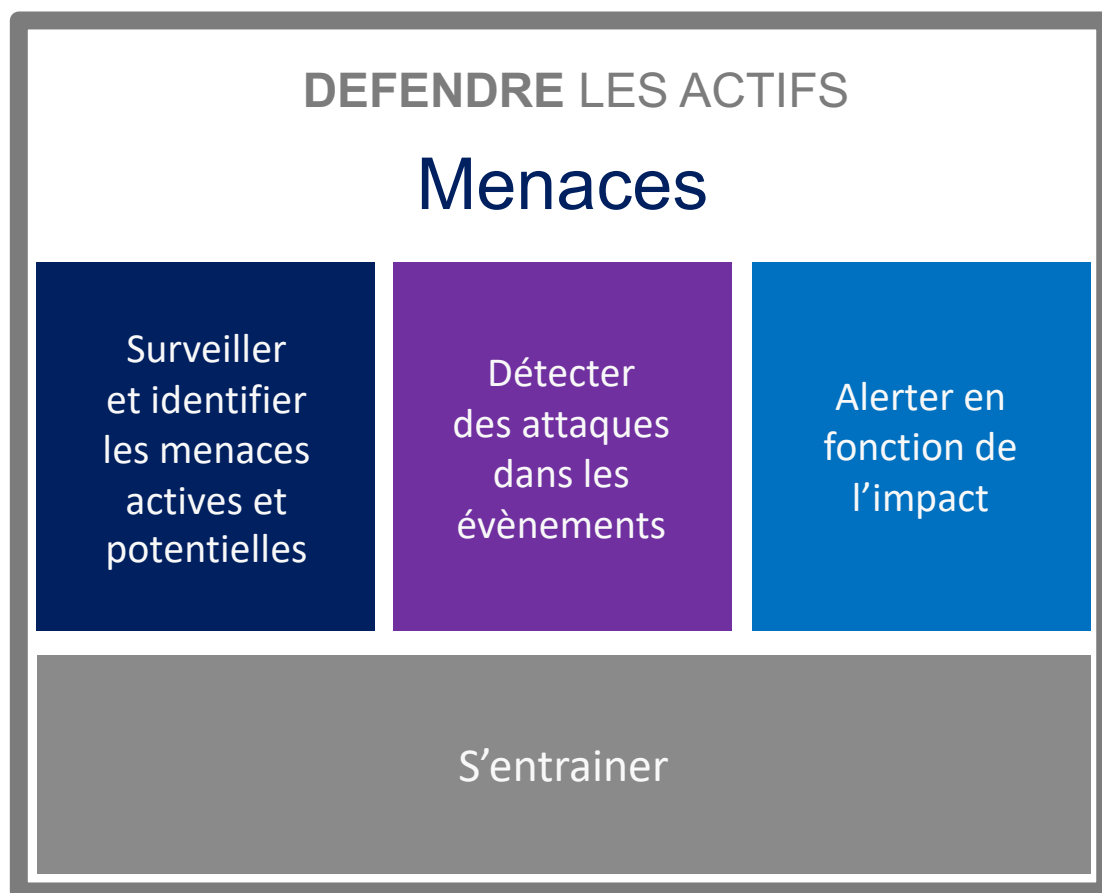
FIGURE 8.2 – Un modèle de gestion cyberdéfense

taille, de mettre en place des mesures de cybersécurité.

La nature de ces menaces est en constante évolution. On y trouve les plus courantes :

- Attaques par **déni de service distribuées** (DDoS). Un réseau d'ordinateurs inonde un site Web ou un logiciel avec des informations inutiles. Quand la charge sur les services est important et que le système n'est pas dimensionné ou filtré pour ce type de volume de demande, ce débordement de requêtes provoque une indisponibilité du système inopérant.
- **Codes malveillants** : Bots et virus. Un logiciel malveillant qui s'exécute à l'insu de l'utilisateur ou du propriétaire du système (bots), ou qui est installé par un employé qui pense avoir affaire à un fichier sain (cheval de Troie), afin de contrôler des systèmes informatiques ou de s'emparer de données. La mise à jour des logiciels et des certificats SSL, une forte protection antivirus et une sensibilisation des employés peuvent vous aider à éviter ces types de menace.
- **Piratage**. Lorsque des acteurs externes exploitent des failles de sécurité afin de contrôler vos systèmes informatiques et voler des informations. Une mise





© eduf@ction : Simple Cyberdefense Model

FIGURE 8.3 – la gestion de la menace

à jour régulière des mots de passe et des systèmes de sécurité est fondamentale pour déjouer ce type de complot.

- **Hameçonnage** ou dévoiement. Tentative d'obtenir des informations sensibles en se faisant passer frauduleusement pour une entité digne de confiance. Le hameçonnage se fait par e-mail, tandis que le dévoiement utilise des sites ou serveurs fictifs. Une sensibilisation des employés est indispensable afin de ne pas tomber dans ce piège.

### 8.2.1 surveiller et anticiper la menace

Dans le domaine spécifique de la menace, veiller sur les menaces nécessite de veiller sur deux choses :

- Les menaces génériques, ou ciblant un domaine particulier (Santé, Indus-



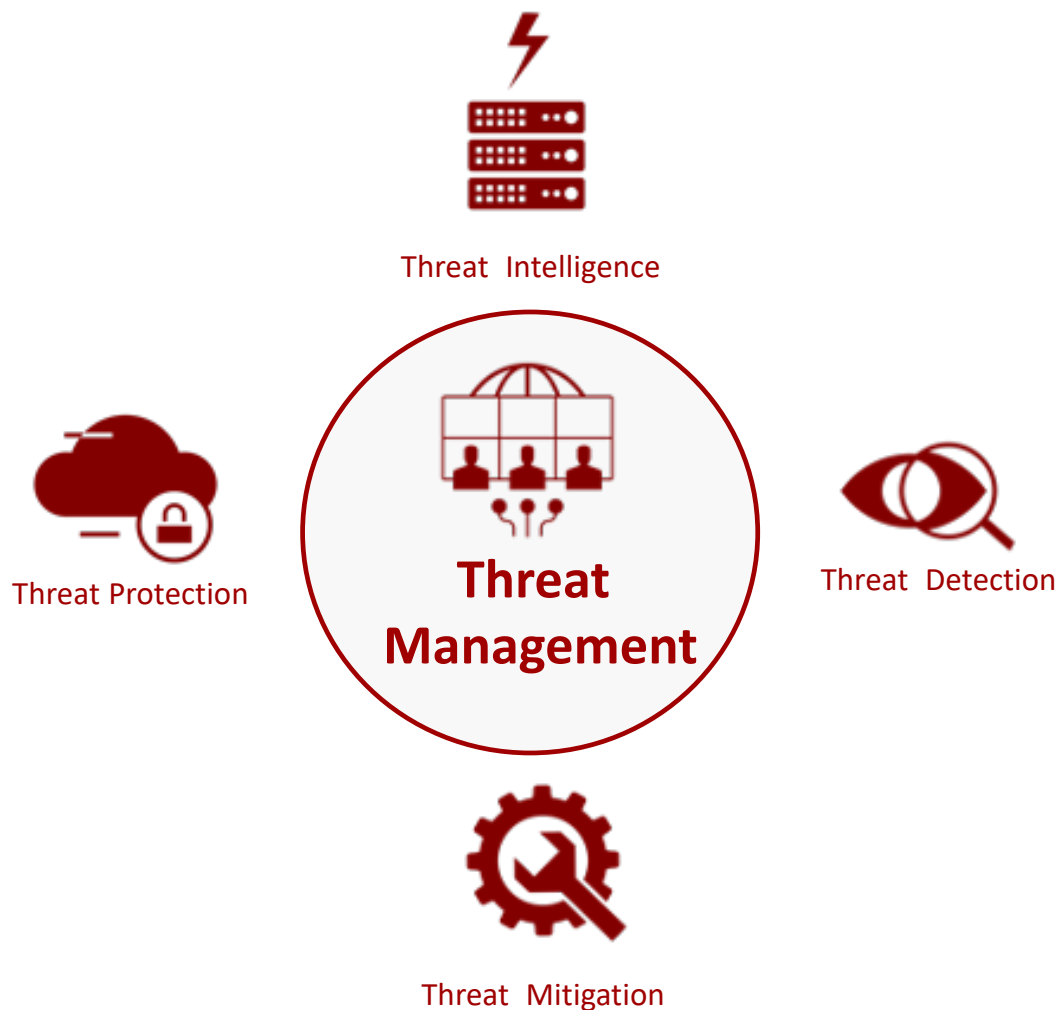


FIGURE 8.4 – les 4 axes de la gestion de la menace

trie, Banque ...) que l'on trouve généralement en utilisant des technologies de « threat Intelligence » permettant

- Les menaces ciblées, dont les indices d'émergence peuvent être détecter en analysant la menace ou en recherchant des indices de compromissions quand ces menaces sont actives dans le périmètre de l'entreprise.

et ceci de deux manières :

- Surveillance de l'écosystème de la menace (IOC, DarkWeb, Threat Intelligence...)
- Recherche de compromission, ou d'infection (Threat Hunting, ...)



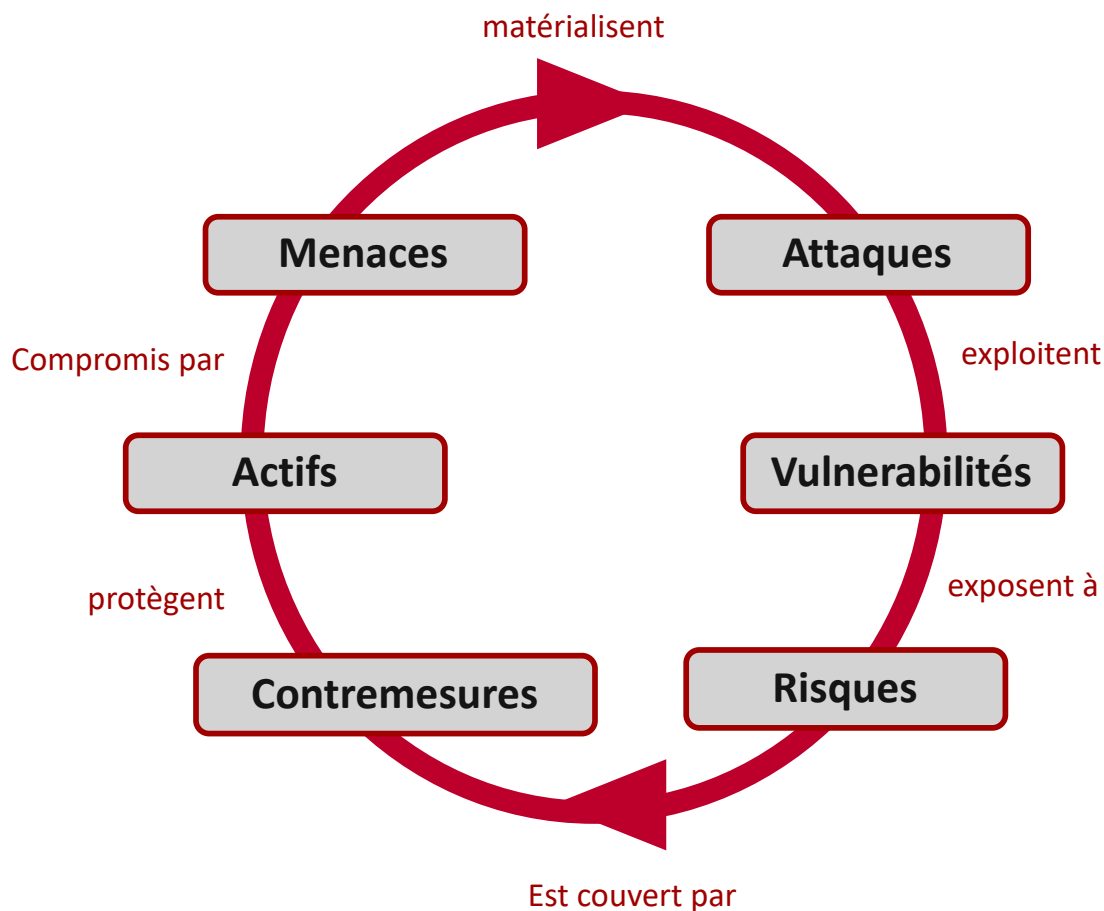


FIGURE 8.5 – la gestion de la menace

Ce sont des sujets que nous aborderons dans le processus de gestion de la menace.

### Surveillance de la compromission

Un des domaine de la surveillance est donc celui de la compromission. C'est à dire la surveillance dans le fameux Darkweb de l'émergence de données volées, "« perdues »" par une entreprise ou par un particulier.

### Surveillance du ciblage

La surveillance du ciblage, que les anglo-saxons appelle le TARGETING est aussi un élément d'anticipation. En effet, ces éléments sont souvent les premiers signaux d'une préparation d'un événement "« cyber »" qui pourrait toucher l'entreprise.





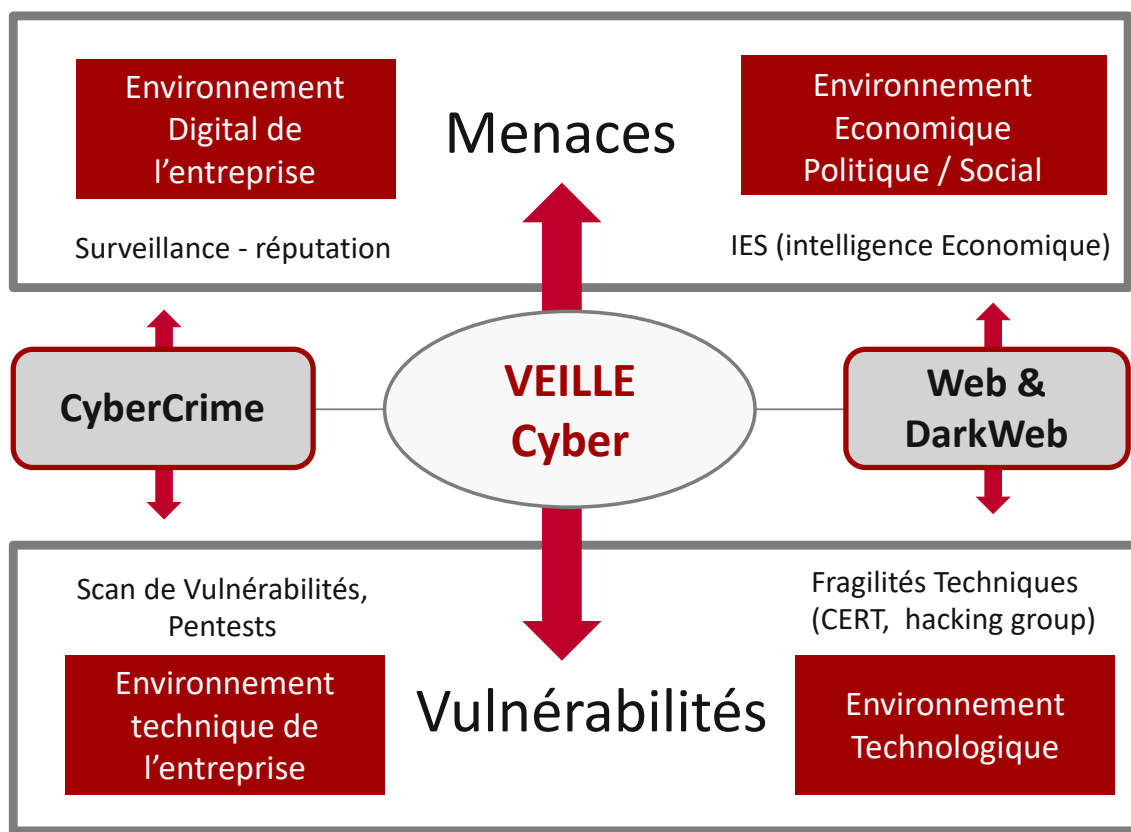


FIGURE 8.6 – Veille cyber, une veille sur les risques

On y trouve l'émergence de la collecte d'information sur une cible donnée. La mise en oeuvre dans les code malveillant de targetting d'IP spécifique, etc...

Il y a deux types d'outils pour ce se faire :

- La surveillance classique du web de type « cybervveille », qui permet de découvrir des éléments appartenant à l'entreprise compromis (soient les données, soient des informations permettant de déduire que l'entreprise a été compromise).
- L'analyse en temps réel des codes malveillants qui peut permettre en regardant de manière détaillée l'évolution du code pour comprendre et connaître les modalités des attaques et les nouvelles cibles.

### Que faire des ces informations

Disposer des fragilités de l'entreprise, et connaître les scénarios potentiels permet d'évaluer un niveau de risque.



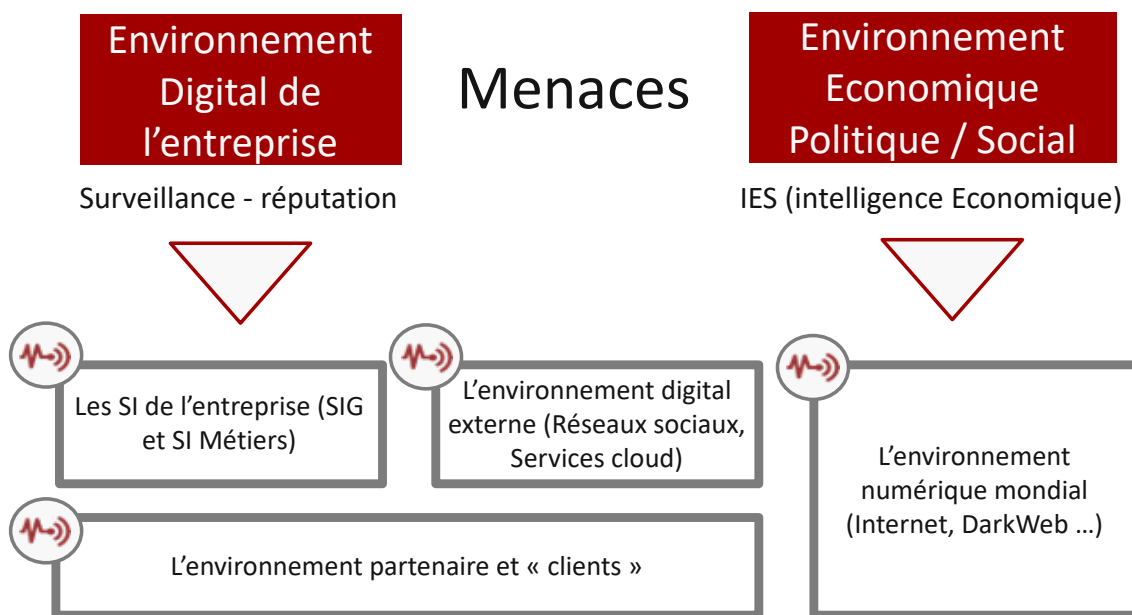


FIGURE 8.7 – Les sources

### 8.2.2 La gestion de la menace

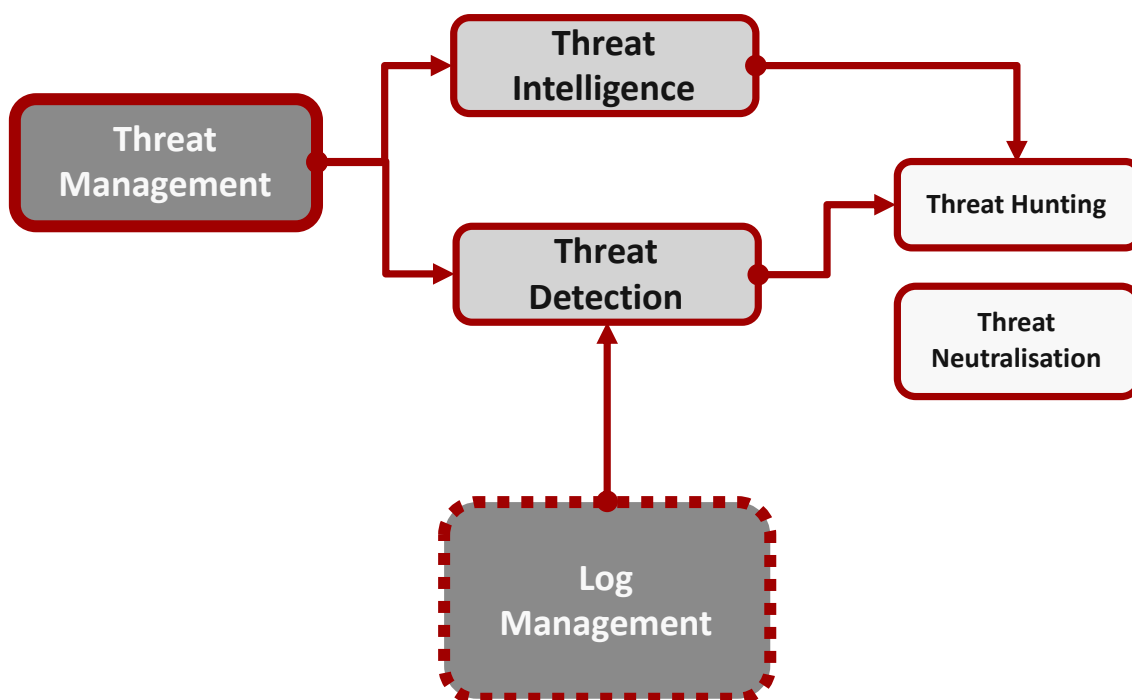


FIGURE 8.8 – la gestion de la menace



Gérer la menace comporte deux domaines d'activités :

- La veille, au sens renseignement sur la menace (Threat Intelligence)
- La détection d'attaque, ou de menaces potentielles au sein de l'environnement (Threat Detection)

Ces deux domaines d'activités se base sur la remontée d'information et l'automatisation des détections d'évènements à risques. Le management des LOG des systèmes est au coeur de la détection.

## 8.3 Détecter

"« Détecter oui, mais détecter quoi et pourquoi »" est la phrase maitresse de la première étape de réflexion autour de la gestion de la détection d'incident de sécurité. La première question a se poser est qu'est ce qu'un incident de sécurité pour l'entreprise. Si il est vrai qu'il existe un certain nombre de menace "« standard »" que l'on considère très rapidement comme un incident, le déploiement d'outil de gestion d'incident de sécurité ne serait être limite qu'à cette usage standard.

Il y a de nombreuses manières de détecter des tentatives d'attaques dans un système. Les IPS/IDS (Intrusion Prevention System / Intrusion Detection System), Firewall réseaux et firewall applicatif. Toutefois l'imagination des attaquants est suffisamment grande, pour que des attaques complexes ne puisse être détecté par ces seuls outils et produits de sécurité protégeant les flux informationnels.

Nous pouvons en effet considérer par exemple que la détection d'un rançonnement logiciel dans l'entreprise est un bien un incident complexe, qu'un IPS/IDS ne détectera pas, qui va par ailleurs nécessiter une alerte et une remédiation rapide si ce n'est immédiate. Toutefois une fuite d'information sur un système métier par des mécanismes discrets sera souvent étudié spécifiquement. Globalement le déploiement d'une fonction d'alerte va nécessiter la définition des "menaces" redoutés par l'entreprise. Ces dernières sont généralement issus des analyses de risque. En effet, il est important au delà des menaces dits standards de revenir au source du déploiement de fonction de sécurité qui sont de gérer et couvrir les risques.

En premier lieu, il convient de chercher à détecter les menaces non couvertes par les mesures de sécurité, les fameuses menaces résiduelles.

Dans l'environnement de l'entreprise, les scénarios complexes issus de l'analyse de risques lors de l'étude des évènements redoutés vont donner les évènements corrélés à détecter. On y trouvera l'application concrète des arbres



d'attaques popularisé par une des plus célèbre cyber expert Bruce Schneier (**schneier1999attack**) qui est présentée de manière un peu plus détaillée dans le chapitre Arbre d'attaques

### 8.3.1 Arbre d'attaques

Détecter la menace dans un système d'information c'est aussi connaître les méthodes, stratégies des attaquants. Ces scénarios d'attaque ou d'opération peuvent être modélisés avec des outils au coeur des analyses de risques. Bien que très largement en arrière plan des méthodes et des outils de gestion de la menace, les arbres d'attaque restent au coeur des mécanismes de détection.

Les arbres d'attaques sont une représentation des scénarios d'attaques. La racine représente le but final de l'attaque, les différents noeuds sont les buts intermédiaires et les feuilles les actions élémentaires à effectuer. Ces actions seront évaluées par exemple avec les potentiel d'attaque des critères communs (cf.CC et ISO)

Globalement, ces arbres sont basés sur trois types de noeuds :

- Noeud **disjonctif** OR : OU logique. Cela signifie que pour que le noeud soit réalisé, il faut qu'au moins un de ses fils soit réalisé.
- Noeud **conjonctif** AND : ET logique. Pour sa réalisation, il faut que l'ensemble de ses fils soit réalisé.
- Noeud **conjonctif séquentiel** SAND : Pour sa réalisation, il faut que l'ensemble de ses fils soit réalisé dans un ordre séquentiel c'est-à-dire les fils sont effectués les uns après les autres dans l'ordre indiqué.

En fonction de ces noeuds les valeurs des feuilles seront remontées pour obtenir le potentiel d'attaque de la racine. C'est sur la base de ce type de technique que sont construit un certain nombre d'outil de détection.

Gartner, et Lockheed Martin ont dérivé le concept de ces arbres d'attaque dans des modèles dit de « Kill Chain » issus de modèle militaire établis à l'origine pour identifier la cible, préparer l'attaque, engager l'objectif et le détruire.

Ce modèle analyse un fragilité potentielle en dépistant les phases de l'attaque, de la reconnaissance précoce à l'exfiltration des données. Ce modèle de chaine ou processus cybercriminel aide à comprendre et à lutter contre les ransomware, les failles de sécurité et les menaces persistantes avancées (APT). Le modèle a évolué pour mieux anticiper et reconnaître les menaces internes, l'ingénierie sociale, les ransomware avancés et les nouvelles attaques.



### 8.3.2 le déploiement d'une menace en 8 étapes

- **Phase 1 : Reconnaissance.** Dans tout « casse », vous devez d'abord repérer les lieux. Le même principe s'applique dans un cyber-casse : c'est la phase préliminaire d'une attaque, la mission de recueil d'informations. Pendant la reconnaissance, le cybercriminel recherche les indications susceptibles de révéler les vulnérabilités et les points faibles du système. Les pare-feu, les dispositifs de prévention des intrusions, les périmètres de sécurité (et même les comptes de médias sociaux) font l'objet de reconnaissance et d'examen. Les outils de repérage analysent les réseaux des entreprises pour y trouver des points d'entrée et des vulnérabilités à exploiter.
- **Phase 2 : Intrusion.** Après avoir obtenu les renseignements, il est temps de s'infiltrer. L'intrusion constitue le moment où l'attaque devient active : les malware (y compris les ransomware, spyware et adware) peuvent être envoyés vers le système pour forcer l'entrée. C'est la phase de livraison. Celle-ci peut s'effectuer par e-mail de phishing ou prendre la forme d'un site Web compromis ou encore venir du sympathique café au coin de la rue avec sa liaison WiFi, favorable aux pirates. L'intrusion constitue le point d'entrée d'une attaque, le moment où les agresseurs pénètrent dans la place.
- **Phase 3 : Exploitation.** Le hacker se trouve de l'autre côté de la porte et le périmètre est violé. La phase d'exploitation d'une attaque profite des failles du système, à défaut d'un meilleur terme. Les cybercriminels peuvent désormais entrer dans le système, installer des outils supplémentaires, modifier les certificats de sécurité et créer de nouveaux scripts à des fins nuisibles.
- **Phase 4 : Escalade de privilèges.** Quel intérêt y a-t-il à entrer dans un bâtiment si vous restez coincé dans le hall d'accueil ? Les cybercriminels utilisent l'escalade de privilèges pour obtenir des autorisations élevées d'accès aux ressources. Ils modifient les paramètres de sécurité des GPO, les fichiers de configuration, les permissions et essaient d'extraire des informations d'identification.
- **Phase 5 : Mouvement latéral.** Vous avez carte blanche, mais vous devez encore trouver la chambre forte. Les cybercriminels se déplacent de système en système, de manière latérale, afin d'obtenir d'autres accès et de trouver plus de ressources. C'est également une mission avancée d'exploration des données au cours de laquelle les cybercriminels recherchent des données critiques et des informations sensibles, des accès administrateur et des serveurs de messagerie. Ils utilisent souvent les mêmes ressources que le service informatique, tirent parti d'outils intégrés tels que PowerShell et se positionnent de manière à causer le plus de dégâts possible.
- **Phase 6 : Furtivité, camouflage, masquage.** Mettez les caméras de sécurité en boucle et montrez un ascenseur vide pour que personne ne voit ce qui se



produit en coulisses. Les cyber-attaquants font la même chose. Ils masquent leur présence et leur activité pour éviter toute détection et déjouer les investigations. Cela peut prendre la forme de fichiers et de métadonnées effacés, de données écrasées au moyen de fausses valeurs d'horodatage (time-stamping) et d'informations trompeuses, ou encore d'informations critiques modifiées pour que les données semblent ne jamais avoir été touchées.

- **Phase 7 : Isolation et Dénier de service.** Bloquez les lignes téléphoniques et coupez le courant. C'est là où les cybercriminels ciblent le réseau et l'infrastructure de données pour que les utilisateurs légitimes ne puissent obtenir ce dont ils ont besoin. L'attaque par déni de service (DoS) perturbe et interrompt les accès. Elle peut entraîner la panne des systèmes et saturer les services.
- **Phase 8 : Exfiltration.** Prévoyez toujours une stratégie de sortie. Les cybercriminels obtiennent les données. Ils copient, transfèrent ou déplacent les données sensibles vers un emplacement sous leur contrôle où ils pourront en faire ce qu'ils veulent : les rendre contre une rançon, les vendre sur eBay ou les envoyer à BuzzFeed. Sortir toutes les données peut prendre des jours entiers, mais une fois qu'elles se trouvent à l'extérieur, elles sont sous leur contrôle.

Différentes techniques de sécurité proposent différentes approches de la chaîne cyber-criminelle. De Gartner à Lockheed Martin, chacun définit les phases de manière légèrement différente.

C'est un modèle souvent critiqué pour l'attention qu'il accorde à la sécurité du périmètre et limité à la prévention des malwares. Cependant, quand elle est combinée à l'analyse avancée et à la modélisation prédictive, la chaîne cyber-criminelle devient essentielle à une sécurité complète.

L'analyse du comportement des utilisateurs (UBA) apporte des informations détaillées sur les menaces liées à chaque phase de la chaîne criminelle. Et elle contribue à prévenir et arrêter les attaques avant que les dommages ne soient causés.

## 8.4 Surveiller et anticiper : Threat Detection

La surveillance et le renseignement de la menace au sens général du terme (Threat Intelligence) devrait contenir les 2 niveaux :

- Le renseignement à vocation cyber qui comprend toutes les analyses et information permettant d'anticiper et de caractériser une menace qui pour-



rait s'exprimer dans le monde numérique,

- Le renseignement d'origine Cyber, dont les données techniques liées à des attaques, menaces qui permettent de configurer des systèmes de détection et de réponse.

Il est vrai qu'encore aujourd'hui parler de « threat intelligence » nous dirige systématiquement sur la deuxième assertion

## 8.5 les traces, journaux, logs

Dans le domaine informatique et télécom, le terme log est généralement un fichier, une base de données ou tout autre moyen de stocker des informations, ici le stockage d'un historique d'événements qu'un logiciel ou un système souhaite "tracer". Ce mot qui est le diminutif de logging, est traduit en français par "journal". Le log est donc un journal horodaté, qui stocke temporellement les différents événements qui se sont produits sur un logiciel, un ordinateur, un serveur, etc. Il permet ainsi d'analyser avec une fréquence programmée (heure par heure, minute par minute, etc) l'activité d'un processus technique.

Une grande majorité des équipements (réseau, serveurs, terminaux (endpoint)), des bases de données ou des applications d'un système d'information peuvent aujourd'hui générer des logs ou traces. Ces fichiers contiennent, pour chaque équipe, la liste de tous les événements "traçable" qui se sont déroulés pendant l'exécution : réussite ou échec d'une connexion, redémarrage, utilisation des ressources (mémoire, ...).

L'exploitation de ces traces est souvent complexe car chaque équipement dispose de ses propres fonctions de gestion des traces. Il faut consulter ces logs par équipements. Heureusement, il existe des outils qui permettent de centraliser et de « normaliser » ces traces. On peut citer par exemple, SYSLOG. C'est un protocole qui définit comment gérer les logs systèmes. Quand un système veut conserver les traces d'un événement, il est possible, d'utiliser syslog pour communiquer les détails de l'événement à un daemon syslog qui va le conserver dans une base de données. L'intérêt d'un serveur Syslog-ng est donc de permettre une centralisation de ces journaux d'événements, permettant de repérer plus rapidement et efficacement les défaillances de machines présentes sur un réseau.

## 8.6 l'usage des log

- Un complément indispensable au processus de « détection de menace ».
- La gestion des logs (ou d'événements) s'avère un outil très utile pour les



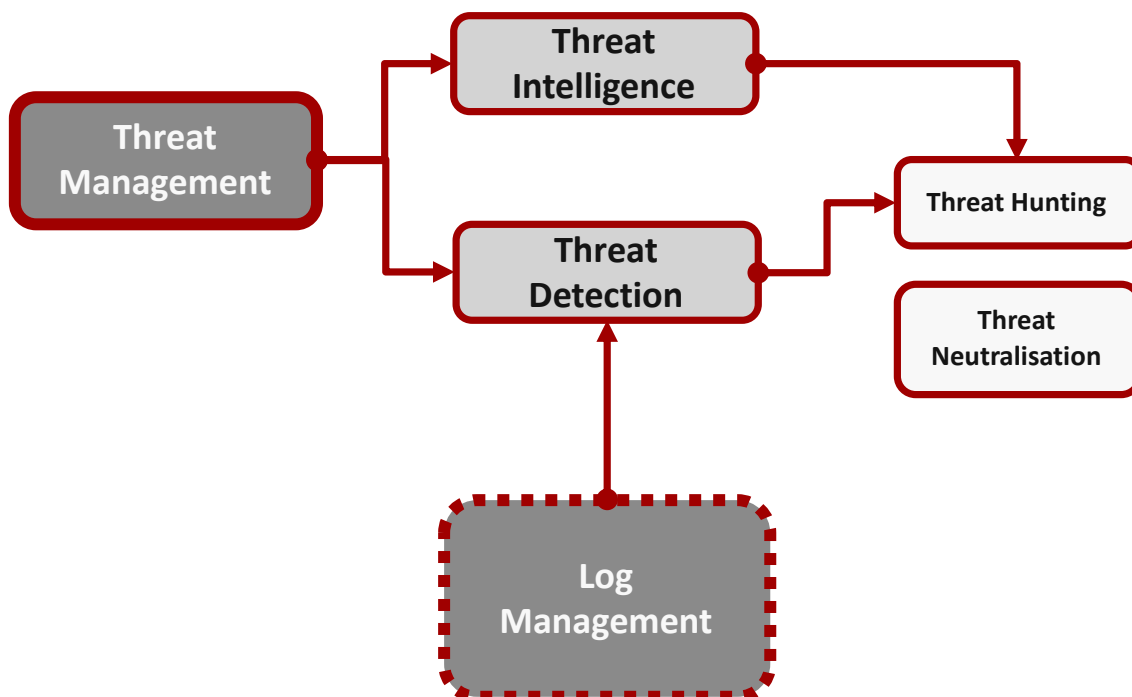


FIGURE 8.9 – Les logs au coeur de la détection

analyses a posteriori, mais peut aussi servir dans la détection en temps réel pour peu que les outils d'analyse puisse le faire ; Nous verront cela dans la partie sur la détection de la menace.

- « Une couverture légale ». Confrontée à une plainte, une entreprise peut utiliser ces traces pour gérer un litige avec un tiers en attestant de la non-implication de son système d'information ou, a contrario, assumer le litige tout en remontant jusqu'à l'utilisateur concerné. La société peut également utiliser ces traces pour fournir des éléments aux services de polices. La fourniture d'élément probant à valeur légale nécessite quelques précautions.
- « Le dépistage des malversations internes ou de comportements déviants ». Les flux illégaux, les flux de données déviants (copies de fichiers en masse avant qu'un salarié quitte l'entreprise par exemple)





## 8.7 Log Management

### 8.8 Puits de logs

La construction d'un « puits de log » est une première brique de réponse : il s'agit de collecter, à l'aide d'un outil automatisé du marché, l'ensemble des journaux d'équipements dans un espace de stockage unique. L'un des critères de sélection de cet outil est justement sa capacité à reconnaître différents formats de logs (syslog, traps SNMP, formats propriétaires. . .).

Le volume d'information centralisée peut vite exploser : il est important d'éviter la collecte de données inutiles. Par ailleurs, le système peut également être gourmand en puissance de calcul en fonction des périmètres de recherches effectuées.

On parle de log management à partir du moment où les données contenues dans ce puits sont traitées et exploitées, par exemple pour retrouver un élément dangereux (virus, problème de sécurité. . .), ou un comportement malveillant (fuite d'information, suppression de données. . .). Il est nécessaire de cadrer en amont les finalités du projet, qui peuvent être multiples :

### 8.9 Gestion de la menace

Nous avons évoqué dans le chapitre sur l'anticipation, la veille sur la menace. Opérer la détection d'attaques ou de menaces dormante dans l'environnement de l'entreprise nécessite une connaissance précise des mécanismes d'exécution ou d'opération de ces menaces. La connaissance de ces mécanismes d'action, de protection, de déploiement, de réplication, de survivabilité, de déplacement des codes malveillants par exemple est la base de leur détection. Il en est de même sur les scénarios mixant des actions sur les réseaux ou sur les systèmes informatiques ou numériques. Ces connaissances sont généralement structurées dans des bases de connaissances dont les sources sont gratuites ou payantes.

#### 8.9.1 Cibles de menaces

#### 8.9.2 Sources de menaces

Nous parlerons ici de sources de menaces comme les indicateurs permettant d'identifier l'origine technique d'une menace. Cela peut être une adresse mail, un serveur/service de mail, une adresse IP de provenance d'un code malveillant, d'une attaque, ou d'un comportement anormal.

On peut citer par exemple une adresse mail connue pour envoyer un code



malveillant. le blacklistage d'adresse IP ou de d'adresse de serveur Mail pour Spam

En face, il des attaquants qui bien entendue vont changer leur position pour émettre ou attaquer d'ailleurs, ou avec une autre forme (furtivité)

Les sources de menace dans l'environnement internet

### 8.9.3 Data Lake

### 8.9.4 Threats Huntings

La chasse à la menaces dormantes ou aux compromissions mais aussi le maintien du contact entre la défense et les attaquants.

La chasse aux menaces est une tactique permettant de connaître avec plus d'acuité l'environnement de la menace et donc le degré de risque de cyberattaques auquel est soumise une entreprise.

La terminologie threat hunting regroupe plusieurs type de d'action et la définition de n'est pas totalement stabilisée. Globalement on y trouve deux grande classes de threat hunting

Celle travaillant autour de l'environnement, de la surface d'attaque et qui oriente ses actions sur des méthodes de "recherches" permettant de débusquer des menaces latentes ou des menaces dormantes et les réveiller et de les suivre de les comprendre et Pour établir le contact avec l'attaquant.

Et un autres plus active ou proactive dont l'objectif est de rester, conserver le contact avec l'attaquant lors d'une reaction à une alerte.

#### Etablir le contact

Quand on parle d'établir contact, nous parlons d'aller au contact au sens martial du terme. c'est dire en direct de suivre, caractériser ka sources de la menace et jouer avec elle.

La méthode de "hunter" consiste en premier à dresser un portrait global de la surface d'attaque, tout en identifiant les attaquants potentiels, leurs motifs et leurs façons de faire. Plus précisément, le « threat hunting » consiste en une analyse détaillée de :

- La position de de l'entreprise, notoriété, popularité sur internet, en analysant en particulier les médias traditionnels et les médias sociaux ;
- l'environnement économique de l'entreprise dont ses fournisseurs, ses clients, ses partenaires, ses employés ;



- le corpus technologiques et physique de l'entreprise, dont les architectures techniques et les mécanismes informatique avec l'environnement économique ainsi l'environnement sécuritaire de ses relations.

Sur la base de cette analyse globale, des SPOF (Sigle Point Of Failure) peuvent être trouvés.

grâce à la visualisation globale des lien il sera possible comprendre où, comment, pourquoi et potentiellement par qui (hactivistes, anciens employés, fournisseurs, etc.) la prochaine attaque pourrait être perpétrée. Les « threat hunters », ne sont pas simplement en attente de répondre aux alertes du système de défense, ils cherchent activement des menaces dans leurs propres réseaux afin de prévenir ou de minimiser les dommages. Cette méthode s'avère l'une des plus proactives.

## 8.10 SIEM, une technologie

### 8.10.1 un peu d'histoire

Le SIEM est aujourd'hui l'aboutissement d'un vœux très anciens des responsable sécurité qui supervise depuis bien des décennies des systèmes de contrôle périmétriques : Corréler tous les événements arrivants sur l'ensemble de ces équipements. L'acronyme SIEM ou «gestion des informations de sécurité» fait référence à des technologies combinant à la fois la gestion des informations de sécurité et la gestion des événements de sécurité. Comme ils sont déjà très similaires, le terme générique plus large peut être utile pour décrire les outils et les ressources de sécurité modernes. Là encore, il est essentiel de différencier la surveillance des événements de la surveillance des informations générales. Un autre moyen essentiel de distinguer ces deux méthodes consiste à considérer la gestion des informations de sécurité comme une sorte de processus à long terme ou plus large, dans lequel des ensembles de données plus diversifiés peuvent être analysés de manière plus méthodique. En revanche, la gestion des événements de sécurité examine à nouveau les types d'événements utilisateur pouvant constituer des signaux d'alerte ou indiquer aux administrateurs des informations spécifiques sur l'activité du réseau.

C'est souvent l'usage d'un SIEM dans une ambiguïté de gestion long terme de la sécurité en tant que propriété d'un système d'une part, et la gestion court terme de l'urgence d'une attente à la sécurité qui pose problème dans les projets et dans les opérations.

Ce genre d'outillage est passé par différentes étapes de maturation avec des SIM et SEM et enfin des SIEM. Il s'agit de combiner les fonctions de gestion des



informations (SIM, Security Information Management) et des événements (SEM, Security Event Management) en un seul système de management de sécurité.

- dans la gestion des informations de sécurité (SIM) , la technologie consiste à collecter des informations à partir des journaux d'équipement de sécurité, qui peut consister en différents types de données. Globalement on peut dire qu'un SIM est aimantant important pour des équipes de supervision de la sécurité périmétrique. d'une part pour la traçabilité et le reporting de sécurité.
- technologies spécialement conçues pour rechercher des authentifications suspectes, des ouvertures de session sur un compte ou des accès de gestion de haut niveau à des heures précises du jour ou de la nuit.

Bien qu'outillant des processus très similaires mais distincts, les trois acronymes SEM, SIM et SIEM ont tendance à être confus ou à causer de la confusion chez ceux qui sont relativement peu familiarisés avec les processus de sécurité. La similitude entre la gestion des événements de sécurité ou SEM et la gestion des informations de sécurité ou SIM est au cœur du problème.

Ces deux types de collecte d'informations concernent la collecte d'informations de journal de sécurité ou d'autres données similaires en vue d'un stockage à long terme, ou l'analyse de l'environnement de sécurité d'un réseau.

Plus concrètement, un système de type SEM centralise le stockage et l'interprétation des logs en temps réel et permet une analyse. Les experts en cyber sécurité peuvent ainsi prendre des mesures défensives plus rapidement. Un système de type SIM collecte pour sa part des données et les place dans un référentiel à des fins d'analyse de tendances. Dans ce cas, la génération de rapports de conformité est automatisée et centralisée.

Le SIEM, qui regroupe ces 2 systèmes, accélère donc l'identification et l'analyse des événements de sécurité, atténue les conséquences d'attaques et facilite la restauration qui s'ensuit. Pour y parvenir, il collecte les événements, les stocke (avec normalisation) et agrège des données pertinentes mais non structurées issue de plusieurs sources. L'identification des écarts possibles par rapport à la moyenne / norme nourrit la prise de décision. En outre, les tableaux de bord générés contribuent à répondre aux exigences légales de conformité de l'entreprise.

En d'autres termes, avec le SIEM les équipes de sécurité opérationnelle industrialisent la surveillance tout en simplifiant l'analyse de multiples sources d'événements de sécurité (antivirus, proxy, Web Application Firewall. . . ). La corrélation des événements provenant d'applications ou d'équipements très variés est aussi facilitée. De quoi détecter des scénarii de menaces avancées.



Dans la pratique, il existe 3 types de SIEM :

- SIEM déployé
- SIEM basé dans le cloud
- SIEM géré / managé

Reconnaissons-le, s'équiper d'une solution de type SIEM nécessite un investissement conséquent en raison de la complexité de sa mise en œuvre. Toutefois, bien qu'initialement destiné aux grandes entreprises, le SIEM offre des avantages à tous les types d'organisations :

**Détection proactive d'incidents** Un SIEM s'avère capable de détecter des incidents de sécurité qui seraient passés inaperçus. Pour une raison simple : les nombreux hôtes qui enregistrent des événements de sécurité ne disposent pas de fonctions de détection d'incidents.

Le SIEM dispose de cette faculté de détection grâce à sa capacité de corrélation des événements. Contrairement à un système de prévention d'intrusion qui identifie une attaque isolée, le SIEM regarde au-delà. Les règles de corrélations lui permettent d'identifier un événement ayant causé la génération de plusieurs autres (hack via le réseau, puis manipulation sur un équipement précis. . . ).

Dans de tels cas de figure, la plupart des solutions ont la capacité d'agir indirectement sur la menace. Le SIEM communique avec d'autres outils de sécurité mis en place dans l'entreprise (Exemple pare-feu) et pousse une modification afin de bloquer l'activité malveillante. Résultat, des attaques qui n'auraient même pas été remarquées dans l'entreprise sont contrecarrées.

- la première fonction d'un SIEM est déjà de corréler les événements provenant des composants de sécurité.
- la deuxième fonction de corréler des événements de comportement du SI
- troisième fonction de corréler avec des événements externes au SI sur la base de capteurs externes (threats intelligence de type renseignement)

Pour aller encore plus loin, une organisation peut choisir d'intégrer à son SIEM une Cyber Threat Intelligence (CTI ou Flux de renseignement sur les menaces).

Selon la définition de Gartner, la Cyber Threat Intelligence (CTI) est la connaissance fondée sur des preuves, y compris le contexte, les mécanismes, les indicateurs, les implications et des conseils concrets, concernant une menace nouvelle ou existante ou un risque pour les actifs d'une organisation qui peuvent être utilisés afin d'éclairer les décisions concernant la réponse du sujet à cette menace ou un danger



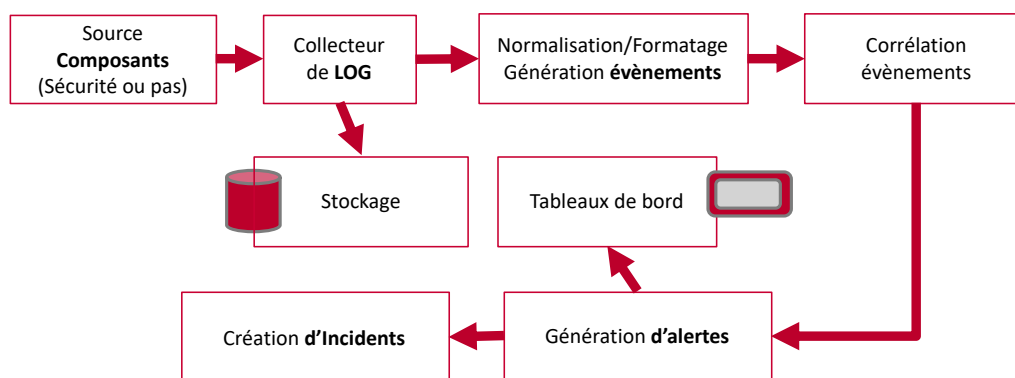


FIGURE 8.10 – architecture d'un SIEM

La CTI consiste donc à collecter et organiser toutes les informations liées aux menaces et cyber-attaques, afin de dresser un portrait des attaquants ou de mettre en exergue des tendances (secteurs d'activités visés, les méthodes d'attaque utilisées, etc.). Résultat, une meilleure anticipation des incidents aux prémices d'une attaque d'envergure.

La cyberprotection d'une entreprise est principalement basée sur les outils de protection périmétriques que ceux ci soit des équipements physiques ou qu'ils soient dans le cloud : systèmes de détection d'intrusion (IDS), scanners de vulnérabilités, antivirus ainsi que systèmes de gestion et corrélation d'événements sécurité (SIEM). Lorsqu'il s'agit de superviser un système informatique à grande échelle réparti sur plusieurs sites, il devient vite très difficile de corréler et analyser toutes les sources d'information disponibles en temps réel afin de détecter les anomalies et les incidents suffisamment vite pour réagir efficacement. Cette complexité est due à la quantité d'information générée, au manque d'interopérabilité entre les outils ainsi qu'à leurs lacunes en matière de visualisation.

### 8.10.2 de l'usage d'un siem pour la gouvernance

À l'heure où les normes et certifications de cyber-sécurité sont de plus en plus nombreuses, le SIEM devient un élément clé de tout système d'information. C'est un moyen relativement simple de répondre à plusieurs exigences de sécurité (Exemple : historisation et suivi des logs, rapports de sécurité, alerting, ...) et de prouver sa bonne foi aux autorités de certification ou de suivi. D'autant que le SIEM peut générer des rapports hautement personnalisables selon les exigences des différentes réglementations.

Ce seul bénéfice suffit à convaincre des organisations de déployer un SIEM. Et pour cause : la génération d'un rapport unique traitant tous les événements de sécurité pertinents quelle que soit la source des logs (générés en outre dans des



formats propriétaires) fait gagner un temps précieux.

Les contreparties du SIEM Déployer un SIEM ne suffit pas pour autant à sécuriser complètement votre organisation. Les solutions SIEM présentent des limites qui les rendent inefficaces sans un accompagnement à la hauteur et sans solutions tierces. Contrairement à une solution de sécurité de type IDS ou Firewall, un SIEM ne surveille pas les événements de sécurité mais utilise les données de logs enregistrées par ces derniers. Il est donc essentiel de ne pas négliger la mise en place de ces solutions.

Une configuration pointue Les SIEM sont des produits complexes qui appellent un accompagnement pour assurer une intégration réussie avec les contrôles de sécurité de l'entreprise et les nombreux hôtes de son infrastructure.

Il est important de ne pas se contenter d'installer un SIEM avec les configurations du constructeur et/ou par défaut, car elles sont souvent insuffisantes. Les configurations doivent être personnalisées et adaptées aux besoins des utilisateurs. De même concernant les rapports, mieux vaut créer ses propres rapports d'analyse, adaptés aux différentes menaces identifiées. À défaut, le risque est réel de ne pas pouvoir profiter des avantages d'une solution de SIEM.

Des investissements à bien anticiper La collecte, le stockage et l'analyse des événements de sécurité sont des tâches qui semblent relativement simples. Cependant, leur collecte, stockage et l'exécution des rapports de conformité, l'application des correctifs et l'analyse de tous les événements de sécurité se produisant sur le réseau d'une entreprise n'est pas trivial. Taille des supports de stockage, puissance informatique pour le traitement des informations, temps d'intégration des équipements de sécurité, mise en place des alertes... L'investissement initial peut se compter en centaines de milliers d'euros auquel il faut ajouter le support annuel.

Intégrer, configurer et analyser les rapports nécessite la compétence d'experts. Pour cette raison, la plupart des SIEM sont gérés directement au sein d'un SOC souvent externalisé. Porteur de grandes promesses, le SIEM mal configuré peut apporter son lot de déceptions. Selon un sondage réalisé auprès de 234 entreprises (Source LeMagIT), 81 % d'utilisateurs reprochent aux SIEM de produire des rapports contenant trop de bruit de fond et pour 63% les rapports générés sont difficiles à comprendre. Faire appel à des prestataires externes disposant de l'expertise dans le domaine reste souvent la meilleure solution.

Un grand volume d'alertes à réguler Les solutions SIEM s'appuient généralement sur des règles pour analyser toutes les données enregistrées. Cependant, le réseau d'une entreprise génère un nombre très important d'alertes (en moyenne 10000 par jours) qui peuvent être positives ou non. En conséquence, l'identification de potentiels attaques est compliquée par le volume de logs non pertinents.



La solution consiste à définir des règles précises (en général rédigées par un SOC) et le périmètre à surveiller que faut-il surveiller en priorité ? Le périmétrie ? L'interne ? Réseau/système/application ? Quelle technologie à prioriser ? etc.

Une surveillance à exercer 24h/24 Pour fonctionner correctement, les solutions SIEM nécessitent une surveillance 24h/24 et 7j/7 des journaux et des alertes. Un personnel formé ou une équipe dédiée sont requis pour consulter les journaux, effectuer des examens réguliers et extraire les rapports pertinents.

Voilà pourquoi externaliser cette surveillance auprès d'un fournisseur de services de sécurité tel que SECURIVIEW fait sens. Il s'agit à la fois de disposer des expertises requises, de gagner en lisibilité budgétaire et, aussi, de profiter d'engagements de services. Des conditions à réunir afin que l'investissement dans une solution SIEM marque une étape clé dans la protection de votre organisation contre les menaces avancées.

### Analyse d'impact

Un autre problème majeur dans l'usage d'un SIEM est que l'action de comprendre l'impact réel d'une vulnérabilité ou d'une alerte IDS est généralement dévolue à un analyste cybersécurité humain, qui doit lui-même faire le lien entre toutes les informations techniques et sa connaissance de tous les services ou processus liés aux incidents de sécurité détectés sur les composants concernées (serveurs, PC, smartphone, IOT,...) .

Le projet DRA est une étude complémentaire de CIAP qui vise à fournir une analyse de risque en temps réel, afin de déterminer automatiquement l'impact réel dû à la situation sécurité globale du système et du réseau. Pour cela une nouvelle méthodologie innovante a été développée en combinant un générateur automatique d'arbres d'attaque (attack trees/graphs) et un moteur d'analyse de risque « traditionnel » similaire à EBIOS.

Les systèmes de gestion des informations et événements de sécurité (SIEM) font régulièrement l'objet de critiques acerbes. Complexité, besoins importants en ressources de conseil externes... de nombreuses entreprises ont été déçues par leur expérience du SIEM pour l'implémentation de la supervision de la sécurité.

Mais la technologie n'est plus, désormais, la raison pour laquelle des entreprises peinent à réussir leurs implémentations de SIEM. Les principales plateformes de SIEM ont reçu de véritables transplantations cérébrales, se transformant en entrepôts de données taillés sur mesure pour fournir les performances et l'élasticité requises. Les connecteurs système et les agrégateurs de logs, autrefois complexes et peu fiables, sont aujourd'hui efficaces, rendant la collecte de données relativement simple.





Mais il y a une limite au SIEM, comme à toute technologie s'appuyant sur des règles : le SIEM doit savoir ce qu'il doit chercher. Aucun boîtier SIEM ne pourra identifier automatiquement, comme par magie, une attaque tirant profit d'une méthode ou d'une vulnérabilité inédite.

Le SIEM joue un rôle important dans la détection d'attaques. Mais pour qu'il puisse détecter les attaques connues et inconnues, l'entreprise qui le déploie doit construire des ensembles de règles qui lui permettront d'identifier des conditions d'attaques et des indicateurs spécifiques à son environnement. Et le tout de manière cohérente. Comment donc construire ces règles ?

#### Tout collecter

Sans disposer de suffisamment de données collectées, le SIEM n'a pas grand chose à analyser. Mais la première étape est de collecter les bonnes données. Et celles-ci sont notamment les logs des équipements réseau, de sécurité et des serveurs. Ces données sont nombreuses et faciles à obtenir. Ensuite, il faut s'intéresser aux logs de l'infrastructure applicative (bases de données, applications). Les experts du SIEM ajoutent à cela les données remontées par de nombreuses autres sources, comme celles des systèmes de gestion des identités et des accès, les flux réseau, les résultats des scans de vulnérabilités et les données de configurations.

Avec les SIEM, plus il y a de données collectées, mieux c'est. Si possible, autant tout collecter. S'il est nécessaire de définir des priorités, alors mieux vaut se concentrer sur les actifs technologiques critiques, à commencer par les équipements installés dans les environnements sensibles et ceux manipulant des données soumises à régulation, ou encore ceux touchant à la propriété intellectuelle.

#### Construire les règles

Construire une règle pour SIEM est un processus itératif. Cela signifie qu'il est relativement lent et qu'il doit être affiné, précisé au fil du temps. De nombreuses personnes sont atteintes de la « paralysie de l'analyste » en début de processus, parce qu'il existe des millions de règles pouvant être définies. Ainsi, Securosis conseille de se concentrer sur les menaces les plus pressentes pour déterminer les règles à définir en premier.

Dans le cadre du processus de modélisation, il convient de commencer par un actif important. Pour cela, il faut adopter le point de vue de l'attaquant et chercher ce que l'on pourrait vouloir voler.

Modéliser la menace. Il faut se mettre à la place de l'attaquant et imaginer comment entrer et voler les données. C'est la modélisation de l'attaque, avec énumération de chaque vecteur avec le SIEM. Et il convient de ne pas oublier l'exfiltration car sa modélisation offre une opportunité supplémentaire de détecter l'attaque avant que les données ne se soient envolées. Dans ce processus, il



s'agit d'adopter des attentes réalistes car le modèle d'attaque ne peut pas par essence être parfait ni complet. Mais il convient toutefois d'engager le processus de modélisation. Et il n'y a pas de mauvais point de départ.

Affiner les règles. Il convient ensuite de lancer l'attaque contre le SI, telle que modélisée. Les outils pour cela ne manquent pas. C'est l'occasion de suivre ce que fait le SIEM. Déclenche-t-il les bonnes alertes ? Au bon moment ? L'alerte fournit-elle suffisamment d'informations pour assister les personnes chargées de la réaction ? Si l'alerte n'est pas adéquate, il convient de revoir le modèle et d'ajuster les règles.

Optimiser les seuils. Avec le temps, il deviendra de plus en plus clair que certaines alertes surviennent trop souvent, et d'autres pas assez. Dès lors, il convient d'ajuster finement les seuils de déclenchement. C'est toujours une question d'équilibre... un équilibre délicat.

Laver, rincer, recommencer. Une fois l'ensemble initial de règles pour ce modèle d'attaque spécifique implémenté et optimisé, il convient de passer au vecteur d'attaque suivant, et ainsi de suite, en répétant le processus en modélisant chaque menace.

Ce processus ne s'arrête jamais. Il y a constamment de nouvelles attaques à modéliser et de nouveaux indicateurs à surveiller. Il est toujours important de suivre les informations de sécurité pour savoir quelles attaques sont en vogue. Les rapports tels que celui de Mandiant sur le groupe APT1 intègrent désormais des indicateurs clairs que chaque organisation peut surveiller avec son SIEM. Armé de ces renseignements sur les menaces et d'un environnement de collecte de données complet, il n'y a plus d'excuse : il est temps de commencer à chercher les attaques avancées qui continuent d'émerger.

Mais avec le temps, il sera nécessaire d'ajouter de nouveaux types de données au SIEM, ce qui impliquera de revoir toutes les règles. Par exemple, le trafic réseau, s'il est capturé et transmis au SIEM, fournira quantité de nouvelles informations à étudier. Mais comment ce regard sur le trafic réseau sera-t-il susceptible d'affecter la manière dont certaines attaques sont traitées ? Quelles autres règles faudrait-il ajouter pour détecter l'attaque plus vite ? Ce ne sont pas des questions triviales : il convient de revoir les règles du SIEM chaque fois qu'est ajoutée une nouvelle source de données (ou retirer, le cas échéant) ; cela peut faire la différence sur la rapidité avec laquelle une attaque est détectée... si elle l'est.

Le plus important aspect de ce processus est la cohérence. Le SIEM n'est pas une technologie du type « installe et oublie ». Il requiert du temps, de l'attention, et d'être alimenté, tout au long de sa vie opérationnelle.



### 8.10.3 quelques défits des SIEM

La problématique globale des SIEM est de corréler de l'événement, la question de fond est la collecte de ses événements. La collecte de LOG est la principale sources d'événements, toutefois, toute les sources d'événements sont susceptible d'enrichir la corrélation, en particulier les vulnérabilités, les IOC, les infos de end-point en gros corréler des informations d'opération et de renseignements. Cette notion de FUSION de capteurs cher au militaire est un premier pas et nécessite en parallèle aussi de l'information économique, politique ou sociale de l'entreprise. Car ces événements peuvent "matcher" avec des attaques complexes.

### 8.10.4 l'intelligence artificiel

Le traitement de masse permet

Mais l'important est que l'IA (ex : vectra) puisse expliciter ses propositions et décisions.

## 8.11 quelques SIEM

On peut certes ainsi quelques SIEM non pas pour en faire un publicités particuliers mais simplement pour donner quelques indications sur la provenance ...

## 8.12 L'intégration dans la gestion des incidents ITIL

### 8.13 Le SOC

Les SOC est au cœur du système de Veille Alerte et réponse. C'est la tour de contrôle de l'espace Cyber.

### 8.14 le SOC de demain

On peut par ailleurs s'interroger sur le fait qu'un tel système peut et doit opérer d'autres missions que les missions de sécurité pures. Si la supervision des réseaux a été longtemps au outils au services des techniciens, la supervision de l'environnement digital c'est à dire l'environnement informationnel de l'entreprise est un axe fondamental. Le SOC Security Operation Center peut devenir Cyber Operational Center opérant le suivi des risques digitaux au sens large, incluant les réseaux so-



ciaux et leur cohorte de fausse informations et d'information pouvant être des indicateurs de crise à venir pour l'entreprise.

### 8.14.1 Evaluation d'un SOC

L'efficacité d'un SOC, et les purples Team.

### 8.14.2 Les outils connexes d'un SOC

au delà des SIEM, il semble important d'ajouter à l'outillage d'un SOC un ensemble de système permettant de mesurer et d'évaluer l'impact des attaques. Echelle de RICHTER d'une attaque.

<https://observatoire-fic.com/prendre-la-mesure-des-cyberattaques-peut-on-definir-une-echelle-de-richter-dans-le-cyber/>

## 8.15 surveiller les fuites

J'ai ajouté un chapitre spéciale sur les fuites de données pour deux grandes raisons

- La détection des fuites de données peuvent simplement se révéler par l'apparition de tout ou partie de ces données dans le Darkweb.
- Les fuites de données étant souvent des fuites de données de type "données personnelles", elles impliquent le déroulement de processus de déclaration au titre de la GDPR.

Je ne rentrerai pas ici dans la présentation du RGPD avec son cortège d'exigence et d'organisation à mettre en place Liste de traitement, déclaration, nomination de responsable, etc. Je ne vous propose que de regarder rapidement, la partie détection et partie réponse à incident.

Le terme « fuite de données », ou « data breach » en anglais, est utilisé pour toute situation impliquant la perte, la modification injustifiée ou la publication par accident, par malveillance, de données considérées ou marquées comme confidentielles.

Il est important dans la mise en place de scénario dans les SIEM, et dans le traitement de SOC que l'évènement de fuites de données personnelles puissent être traité avec un mécanisme précis et documenté, car ces événements sont très contraint par la réglementation. A titre de remarques, les événements touchant la fuite de données liées à la protection du secret de défense (Secret Défense)



puisse aussi être traité dans un processus particulier car ces fuites peuvent aussi faire l'objet de procédure au pénal.

Le GDPR prévoit que le responsable du traitement des données à caractère personnel signale **au plus tôt** les fuites de données pouvant constituer une atteinte à la vie privée des personnes concernées. Cette information à la CNIL et aux personnes concernées en cas d'impact important sur ces personnes.

La méthodologie est assez simple pour peu que le constat de l'incident puisse être fait le plus vite possible. Cela peut se faire sur la base d'évènement provenant des équipements de sécurité (via un SIEM par exemple) ou par l'utilisation de services de veille, ou simplement par l'avertissement d'un tiers qui découvre cette fuite.

Détection Enrayer la fuite, Limiter l'impact Analyser les sources

Deuxièmement, vous devez entreprendre dès que possible les démarches pour enrayer l'incident ou en limiter l'impact. Tous les collaborateurs doivent respecter plusieurs règles. S'ils trouvent des informations à un endroit inapproprié, ils doivent les supprimer ou en informer un responsable. Il peut s'agir de supports physiques, mais aussi de fichiers sur le réseau. Ils doivent également donner l'alerte s'ils rencontrent des étrangers non accompagnés dans une zone sécurisée. Et ainsi de suite. Si des alarmes indiquent un piratage ou une infection des systèmes, les gestionnaires de ces systèmes devront les examiner au plus vite et peut-être les désactiver de manière préventive.

En cas de doute, il est préférable d'arrêter un traitement ou d'empêcher le transport des données traitées jusqu'à ce que vous sachiez clairement s'il y a effectivement un problème, et dans quelle mesure les données traitées sont encore correctes. Cela permet souvent d'éviter qu'un incident ne se transforme en fuite de données. Tant que des données traitées à mauvais escient ne sont pas diffusées ou rendues publiques, il n'y a pas d'infraction, et donc pas d'impact. Au sens strict, il n'est pas encore question d'une fuite de données.

Ensuite, et éventuellement en parallèle, vous pouvez lancer une analyse des faits. D'une part, il faut établir la cause du problème. Vous pourrez ensuite réfléchir aux améliorations dans l'organisation, les systèmes ou les applications, et dans le mode de travail de vos collaborateurs, pour éviter que l'incident ne se reproduise. D'autre part, il faut examiner l'impact réel ou éventuel de l'incident. Y a-t-il des risques pour la confidentialité et l'intégrité des données ? S'agit-il (en partie) de données à caractère personnel ? Quelles peuvent-être les conséquences de cette infraction ? Dans de nombreux cas, il vous faudra du temps pour savoir quelle quantité de données a été impactée et combien de personnes sont concernées. Souvent, vous ne saurez pas non plus d'emblée s'il y a véritablement un risque d'impact, ni quelle peut être l'ampleur des dommages.



Ce n'est que lorsque vous aurez une réponse à toutes ces questions qu'il vous sera possible de faire le bon choix quant à la nécessité de signaler la fuite de données à la Commission de protection de la Vie Privée ou aux personnes concernées. Le quand et le comment de ce signalement seront abordés dans le prochain article.

Par ailleurs, chaque incident doit être consigné dans un registre interne. Qu'il s'agisse d'une véritable infraction ou d'un quasi-accident, il faut toujours analyser l'incident. Ces informations sont importantes pour évaluer les procédures et les directives existantes, et vérifier si les mesures prises offrent une protection suffisante contre les risques éventuels. Les causes d'un incident doivent être consignées, au même titre que les actions visant une amélioration. En assurant un suivi systématique, vous améliorerez systématiquement la sécurité de votre organisation.

Dans les cas extrêmes, une fuite de données peut être catastrophique. Une organisation peut être confrontée à des problèmes de communication dantesques suite à une fuite de données très sensibles à propos d'un grand nombre de personnes. Il arrive que la fuite de données sorte des murs de l'organisation et que la presse en soit informée. En pareil cas, il est bon de pouvoir retomber sur des scénarios de communication de crise préalablement établis. Si votre organisation est couverte par une assurance couvrant les risques de cyber-sécurité, votre compagnie d'assurance devrait pouvoir vous aider.

Si vous soupçonnez que l'incident est d'origine criminelle, vous devez veiller à constituer un dossier juridique à temps. Il est parfois important de réaliser un back-up rapide des systèmes au moment de la découverte de l'incident ou de conserver les fichiers log, avant que ces informations ne soient perdues ou modifiées par les démarches entreprises pour résoudre l'incident. Il est évident qu'une telle étape ira parfois à l'encontre de ce qu'il convient de faire rapidement pour limiter le problème existant. Si la police ou la justice intervient, ne perdez jamais de vue ce que vous pouvez et ne pouvez pas faire de votre propre chef, surtout si vous êtes en charge du traitement des données. Faites appel au responsable dès que possible. Si les autorités vous obligent à fournir des informations, vous devez toujours veiller à les protéger au mieux et à ne pas exposer de données (par exemple d'autres personnes concernées) si cela n'est pas nécessaire à l'enquête.

Il est judicieux de bien documenter ces démarches successives, afin que chacun dans l'organisation les connaisse et agisse en fonction. Cela peut également s'avérer utile pour démontrer que vous prenez le respect des obligations du GDPR très au sérieux.





## 9. Réagir et remédier

Chapitre à intégrer

### 9.1 section

#### 9.1.1 section







# IV

## Références et Index

<b>Bibliographie</b> .....	<b>131</b>
Articles	
Ouvrages	
<b>Index</b> .....	<b>131</b>





## Bibliography

**Articles**

**Books**





## Index

Cryptologie, 45

incidents, 127

Menaces, 99

Politique de sécurité, 41, 43

Pédagogie, 29

SECOPS, 55

Vulnérabilités, 69



Aborder la sécurité des systèmes d'information sous l'angle d'une sécurité dynamique est un axe qui depuis quelques années apporte de nouvelle manière d'aborder la protection, la défense, et la résilience des systèmes d'information. La transformation digitale de l'entreprise modifie et rend plus flous les périmètres des systèmes d'informations. Cela nécessite une approche élargie du risque numérique et des architectures de cybersécurité. Malgré la mise en place de mesures et de technologies de protection de plus en plus élaborée, l'impact d'une attaque ayant franchie ces barrières a considérablement augmenté. Ce document élaboré dans le cadre d'un cours introduction à la gouvernance de la cybersécurité aborde une démarche de cyberdéfense d'entreprise construite à partir de quelques éléments fondamentaux. Protéger l'ensemble de l'entreprise alors qu'il est complexe de définir ses frontières est illusoire. Identifier les actifs essentiels ou vitaux et mettre en place les moyens adaptés à leur protection et leur défense est une démarche tactique qui permet de graduellement réduire ses cyber-risques. Issu d'un cours sur le déploiement de politiques de cyberdéfense, cet ouvrage décrit les mécanismes de sécurité opérationnelle permettant de fixer à partir d'une analyse de risque des priorités opérationnelles tant sur l'organisation des processus que des architectures de sécurité de défense et de résilience.



L'auteur est responsable sécurité de la société Orange Cyberdefense après avoir dirigé son pôle conseil et audit. Il a occupé différents postes dans de grandes entreprises de services numériques en tant que consultant. Ingénieur des corps techniques de l'armement du ministère des armées, il a exercé pendant plusieurs années à la Délégation Générale pour l'Armement dans les domaines du renseignement, de la lutte informatique et de la cyberdéfense.

Ingénieur du Conservatoire National des Art et Métiers où il y enseigne aussi l'ingénierie et la sécurité des logiciels, il est auditeur de la 50<sup>ième</sup> session Armement et Economie de Défense de l'IHEDN [Institut des Hautes Etudes de la Défense National].

**Cyberdefense d'entreprise**

ISBN 978-1-98-490114-9



9 781984 901149