



DRAFT - NON CORRIGÉ

Eléments de sécurité opérationnelle

...en travaux...

Eric DUPUIS

Publication limitée pour le Conservatoire National des Arts et Métiers et Orange Campus Cyber



2020 EDUF@CTION PUBLICATION (CC-BY-NC-ND)

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.

1ère EDITION - Novembre 2017 Edition Préparatoire du 5 juin 2020, Publication limitée pour le Conservatoire National des Arts et Métiers et Orange Campus Cyber, pour la deuxième EDITION

Merci à Véronique Legrand, titulaire de la chaire de Cybersécurité du CNAM et Eric Bornette de la Délégation Général pour l'Armement sans qui cette aventure d'un cours introductif à la cyberdéfense d'entreprise n'aurait pu démarrer.

Un grand merci aussi à nos auditeurs du Conservatoire de National des Arts et Métiers (CNAM) pour leur participation active à ce cours SEC101 sans qui cette compilation des notes d'enseignement n'aurait pu voir le jour.



Table des matières

I	Cyber-généralités	
1	Introduction	19
1.1	Avant propos	19
1.2	Les axes d'une cybersécurité intégrée	20
1.2.1	Politiques versus stratégies	21
1.2.2	Transformation numérique	22
1.3	Sécurité du système d'information	24
1.3.1	Les fonctions SSI de gouvernance	25
1.3.2	Maintien en conditions de sécurité	27
1.4	Enjeux légaux	30
1.4.1	Quelques cadres législatifs d'influence	30
1.4.2	Le cadre de certification européen	30
1.4.3	Cyberdefense et loi de programmation militaire	31
1.5	Quelques organismes de référence	31
1.5.1	International et Etats-Unis	31
1.5.2	Europe	32
1.5.3	France	33
1.6	Quelques associations et groupements professionnelles	33



2	Enjeux pédagogiques	35
2.1	Objectifs pédagogiques	35
2.1.1	Les compétences à acquérir	36
2.1.2	Métiers et compétences	36
2.1.3	Compétences et certifications	39
2.1.4	Certifications éditeurs	39
2.1.5	Certifications professionnelles	40
2.1.6	Certifications Hacking	40
2.2	Structure pédagogique du cours	41
2.2.1	Structure du cours	43
2.2.2	Pour s'engager plus rapidement	44

II

Risques et Mesures de sécurité

3	La gestion des risques	47
3.1	Analyse de risques	47
3.2	Ebios Risk Manager	48
3.3	l'analyse de risque au cœur de l'architecture de gouvernance	49
4	Politiques et architectures de sécurité	51
4.1	Architectures de sécurité	51
4.1.1	Systèmes Cryptographiques	51
4.1.2	Filtrages	51
4.1.3	DMZ	51
4.2	Sécurité des systèmes	51
4.2.1	Fonctions de sécurité	52
4.2.2	Sécurité par construction	53
4.3	Défense en profondeur	53
4.4	Politiques de sécurité	53
5	Eléments de Cryptologie	55
5.1	Définitions	55
5.2	Des concepts	56
5.2.1	Algorithmes	56
5.2.2	Fonction de hashage	57
5.2.3	Clefs	57
5.3	De la confiance aux usages en entreprise	59
5.3.1	De l'usure électronique au partage de confiance	61

6	Introduction à la SECOPS	65
6.1	SECOPS et cyberdéfense	65
6.1.1	Des opérations de cyberdéfense d'entreprise	65
6.1.2	Veille et renseignement	66
6.1.3	VTI	66
6.1.4	Fusion Center	68
6.1.5	Entrainement à la cyberdéfense	69
6.1.6	Gestion de crise	70
6.2	Range et Simulation	70
6.3	Sécurité opérationnelle	72
6.4	Lutte contre la menace	76
6.4.1	Politiques et Stratégies	77
6.4.2	Stratégies d'action	79
6.4.3	Les modèles de cybersécurité	81
6.5	Processus SECOPS	83
6.6	Les métiers de la SECOPS	84
6.7	Eléments Communs	84
7	Surveiller et Anticiper	85
7.1	Fragilités numériques	85
7.1.1	Déetecter les fragilités de l'entreprise	85
7.1.2	Anticiper et surveiller les menaces	86
7.1.3	Les basics sur les vulnérabilités HOT	86
7.1.4	Exemples de vulnérabilités	89
7.1.5	Failles de programmation	91
7.1.6	Vulnérabilités et configuration	92
7.1.7	Vulnérabilités et exploits	92
7.1.8	Vulnérabilités et divulgation	92
7.1.9	CVE, CVSS et CWE	93
7.1.10	Common Vulnerabilities and Exposure (CVE)	93
7.1.11	Common Vulnerability Scoring System (CVSS)	95
7.1.12	Common Weakness Enumeration (CWE)	96
7.1.13	Les services de veille en vulnérabilités	96
7.2	GERER les fragilités	97
7.2.1	Processus de gestion des vulnérabilités	98
7.2.2	Audit sécurité des vulnérabilités	102
7.2.3	La gestion des correctifs	104
7.2.4	Les audits	104

7.3 RECHERCHER des vulnérabilités	105
7.3.1 Les tests d'intrusion	105
7.3.2 Généralités	105
7.3.3 Le métier de Pentesteur	106
7.3.4 Les sociétés de confiance	107
7.3.5 Certifications professionnelles	107
7.3.6 Les rapport d'audits, et cadre méthodologique	107
7.3.7 Le Bug Bounty	107
7.3.8 Quelques entreprises	108
7.4 ANTICIPER et construire solide	108
7.4.1 Périmètre sous responsabilité de l'entreprise	109
7.4.2 Veille et alerte sur les vulnérabilités	110
8 Déetecter et alerter	111
8.1 GERER les menaces	111
8.1.1 Modèles	112
8.1.2 Les processus de gestion de la menace	115
8.1.3 Détecter, la surveillance du SI	116
8.1.4 Attaques	117
8.1.5 Gestion de la menace	119
8.1.6 Bases de connaissance et menaces	120
8.2 ANTICIPER les menaces	121
8.2.1 Surveiller et anticiper : Cyber-Threat Intelligence (CTI)	121
8.2.2 Les surveillances	124
8.2.3 de l'outillage sur la menace	127
8.3 DETECTER les attaques	129
8.3.1 Log Management	130
8.3.2 SIEM, une technologie	134
8.3.3 la détection d'incidents	137
8.3.4 De l'usage d'un SIEM pour la gouvernance	138
8.3.5 Construire les règles (UseCase)	142
8.3.6 Quelques défis des SIEM	143
8.3.7 Threat Hunting	145
8.3.8 La détection de menace sur des terminaux	146
8.3.9 Caractérisation de la menace	148
8.3.10 De l'usage d'un CSIRT	148
8.4 (SOC) Security Operation Center	149
8.4.1 Les outillages d'un SOC	151
8.4.2 l'efficacité du CSOC	153
8.4.3 Leak : surveiller les fuites	153

8.5	Technologies et Organismes connexes	154
8.5.1	Stratégie de cyberdéfense et de surveillance	154
8.5.2	Quelques techniques d'attaques	156
8.6	Botnet, des codes malveillants organisés	156
8.6.1	Les attaques	156
8.6.2	Cycle de vie d'une attaque :	156
8.6.3	Définition	158
8.6.4	Historique	158
8.6.5	Motivations liées à la menace botnet	158
8.6.6	Les type de menaces	158
8.6.7	Architecture aléatoire	160
8.6.8	Architecture centralisée	161
8.6.9	Architecture décentralisée	161
8.6.10	Architecture hybride	162
8.6.11	L'analyse	163
8.6.12	La défense et le blocage	163
8.6.13	Le démantèlement	164
8.6.14	La détection	164
9	Réagir et remédier	167
9.1	GERER les incidents	167
9.1.1	Réponse à incident	168
9.1.2	Terminologie	169
9.1.3	Définitions	170
9.1.4	Sources Incidents	171
9.1.5	Parcours	171
9.2	ANTICIPER	173
9.2.1	Les bons reflexes	173
9.2.2	Etablir un processus de management	173
9.2.3	L'intégration dans la gestion des incidents ITIL	174
9.2.4	La gestion des incidents avec l'ISO 27035	176
9.2.5	Et avec la NIST 800-61	177
9.2.6	Continuité d'activité avec l'ISO 22301	178
9.3	REAGIR	179
9.3.1	La gestion de l'incident au quotidien	179
9.3.2	Remédiation	180
9.3.3	Aspect juridique de la réaction	181
9.4	ENQUETER	181
9.4.1	Analyse de l'attaque	181
9.4.2	Evaluation détaillée des dommages	181
9.4.3	Forensic	181

9.4.4	Cadre juridique	181
9.4.5	Cadre non-juridique	182
9.4.6	Outilage	182
9.5	Méthodes et techniques connexes	182
9.5.1	Sécurité Offensive vs Défensive	182
9.5.2	Threats Hunting	182
9.5.3	HoneyPots	183
9.5.4	Hackback	183
9.6	CERT et CSIRT	183
9.6.1	Faire intervenir un CSIRT commercial	185
9.6.2	Création de son équipe CSIRT	186
9.6.3	Gestion de crises	187
9.6.4	Anticiper les crises	187
10	A retenir	189
10.1	Une synthèse des fondamentaux	189
10.2	La réponse aux incidents	190
10.3	La détection des attaques	192
10.4	La couverture des fragilités	193
10.5	La veille et l'anticipation	194

IV

Références et Index

Bibliographie	199
Articles	199
Ouvrages	199
Figures	199
Index	202



Acronymes

ANSSI Agence Nationale de la Sécurité des systèmes d'information. 97

CERT Computer Emergency Response Team. 97

CIL Correspondant Informatique et Liberté. 25

CNIL Commission National Informatique et Liberté. 113, 153

DICT Disponibilité, Intégrité, Confidentialité, Traçabilité. 27

DPO D3at Protection Officier. 26

GDPR General Data Protection Regulation ou RGPD Règlement général sur la protection des données. 26

OIV Opérateur d'Infrastructures Vitales. 22

OSE Opérateur de Services Essentiels. 22

OTAN Organisation du Traité de l'Atlantique Nord. 113

PDCA Plan, Do, Check, Act (Roue de Deming). 28

SIEM System Incident and Event Management. 26





Glossaire

Loi de programmation militaire Une loi de programmation militaire (LPM), est une loi visant à établir une programmation pluriannuelle des dépenses et donc du budget que l'État français consacre à ses forces armées. Les lois de programmation militaire ont des durées d'application de quatre, cinq ou six ans. La cyberdéfense fait partie des axes importants des lois de programmation. 29





Acronymes

ANSSI Agence Nationale de la Sécurité des systèmes d'information. 97

CERT Computer Emergency Response Team. 97

CIL Correspondant Informatique et Liberté. 25

CNIL Commission National Informatique et Liberté. 113, 153

DICT Disponibilité, Intégrité, Confidentialité, Traçabilité. 27

DPO D3at Protection Officier. 26

GDPR General Data Protection Regulation ou RGPD Règlement général sur la protection des données. 26

OIV Opérateur d'Infrastructures Vitales. 22

OSE Opérateur de Services Essentiels. 22

OTAN Organisation du Traité de l'Atlantique Nord. 113

PDCA Plan, Do, Check, Act (Roue de Deming). 28

SIEM System Incident and Event Management. 26





Introduction à la Cyberdéfense d'entreprise

1	Introduction	19
1.1	Avant propos	
1.2	Les axes d'une cybersécurité intégrée	
1.3	Sécurité du système d'information	
1.4	Enjeux légaux	
1.5	Quelques organismes de référence	
1.6	Quelques associations et groupements professionnelles	
2	Enjeux pédagogiques	35
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 découvrirons des menaces de tout ordre, actions criminelles, étatiques, hacktivismes. 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 chargées 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'information 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. C'est aussi un domaine en perpétuelle évolution, soutenu et contraint par des lois, des règlements , des normes, des méthodologies, et de technologies spécialisées. 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 corrélérer, 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 (1).

1.2.1 Politiques versus stratégies

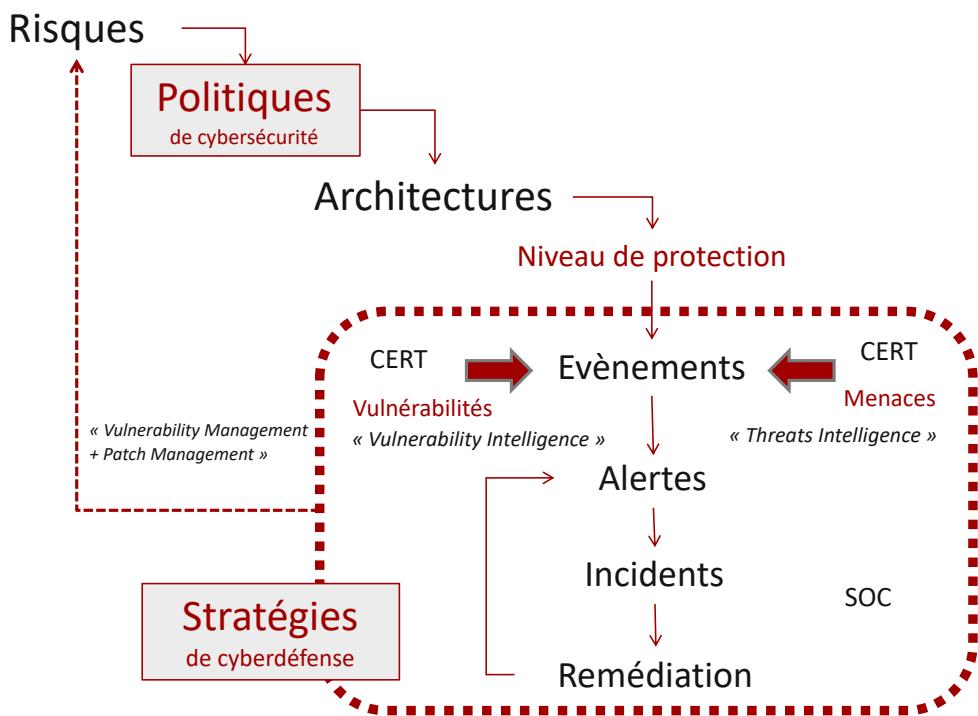


FIGURE 1.2 – Processus Cyber d’entreprise

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 architectures 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. Mesurer 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.

1.2.2 Transformation numérique

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

Les transformations digitales d'une grande partie des acteurs économiques apportent de nouveaux risques. Les modifications des conditions d'utilisation des technologies dans les crises comme celle du COVID-19 engendrent aussi de risques globaux réduisant les frontières entre les espaces professionnels et les espaces privés.

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 des systèmes sensibles stratégiques¹ en lien avec la protection de la nation avec la dynamique de Cyberdéfense soutenue par les différentes lois de programmation militaire depuis 2008. 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 citoyen est souvent un salarié et son rôle dans la cybersécurité de l'entreprise peut soulever des problématiques complexes².

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 érigéant des murs épais, solides et supposés infranchissables.

1. Opérateur d'Infrastructures Vitales (OIV) et Opérateur de Services Essentiels (OSE)

2. Lanceurs d'alertes, comportements déviants des utilisateurs légitimes



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 document .

 **Une définition de la cybersécurité :**

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

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

- ▶ **Protéger** l'environnement par les mesures et solutions technologies adaptées 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 périphérique, 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 lié 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)

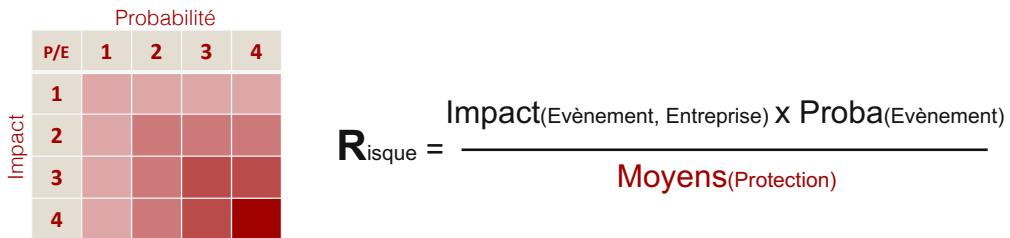


FIGURE 1.3 – le cyber-risque

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 dépen-
ser par l'attaquant et du risque qu'il prend. (cf. figure 1.4)

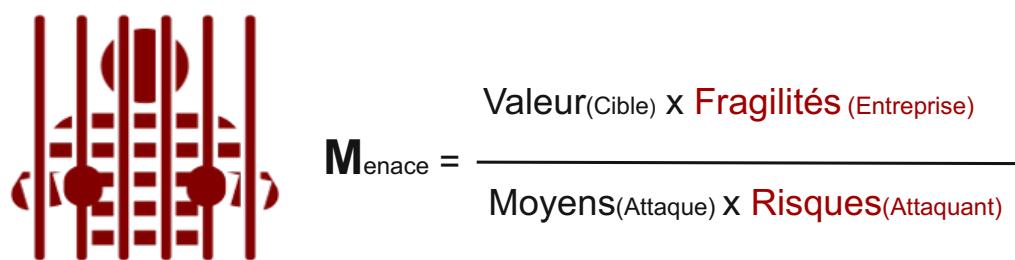


FIGURE 1.4 – La menace : une vision de l'attaquant

1.3 Sécurité du système d'information

Le système d'information est au cœur 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.

1.3.1 Les fonctions SSI de gouvernance

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

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), ou DSSI (Directeur 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 *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 DPO peut conduire certaines structures à oublier des pans importants des risques numériques comme :

- ▶ la protection du patrimoine informationnel. (Espionnage 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 « Confidential Défense » et l'instruction Interministérielle II901 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 General Data Protection Regulation ou RGPD Règlement général sur la protection des données (GDPR) nous donnerons les liens et les indications adaptés pour les D3at Protection Officier (DPO). Par exemple, nous aborderons l'usage des données nominatives collectées et traitées dans les System Incident and Event Management (SIEM), ou celle recueillis sur le DarkWeb etc

...

- i Consulter le site 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 ».

La notion de système d'information a profondément évolué ces dernières années. Le périmètre des risques digitaux inclus 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 d'un département, d'une organisation intermédiaire** : A l'image d'un RSSI d'entreprise, il assure toute les taches 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 chaîne fonctionnelle sécurité

- ▶ **RSSI d'un contrat, d'un projet contractualisé (Security Manager)** : Responsable de la sécurité du déroulement d'un contrat. Souvent lié à un plan d'assurance sécurité, le RSSI contrat se doit d'assurer pour le client ou pour le fournisseur le suivi des exigences de sécurité du contrat.
- ▶ **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 remonté des indicateurs de suivi de sécurité à la MOA (Maitrise 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.
- ▶ **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.

1.3.2 Maintien en conditions de sécurité

Les conditions de sécurité représentent les propriétés fondamentales du SI, appelées : Disponibilité, Intégrité, Confidentialité, Traçabilité (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 un contexte d'activité économique dense et en perpétuel renouvellement, les conditions de sécurité sont aussi en perpétuelle évolution, c'est pourquoi nous parlons 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 Plan, Do, Check, Act (Roue de Deming) (PDCA). 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 accompagnée 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 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 »).

Notre dynamique méthodologique est soutenue dans ce document , par trois cadres



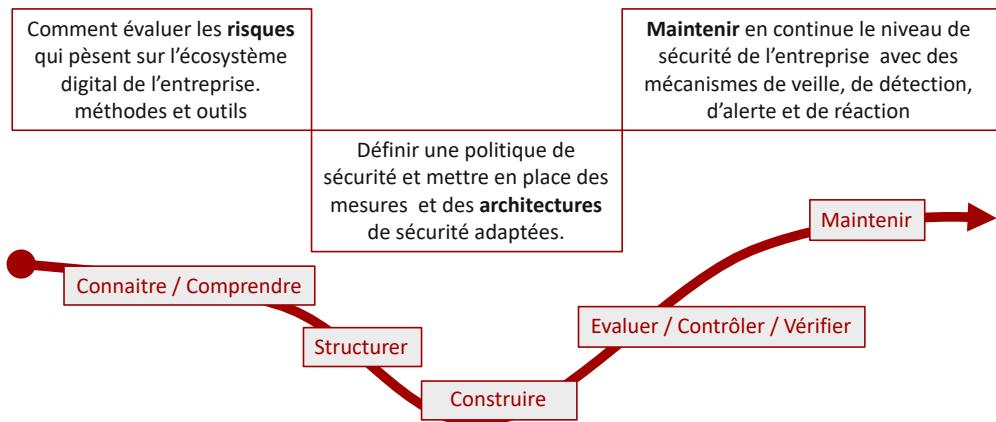


FIGURE 1.5 – Cycle de vie sécurité dans les projets

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 ;
- ▶ Déetecter en amont des attaques et savoir réagir à ses cyber-incident 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 (Loi de programmation militaire), 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 le suite du cours, de vous donner des contextes d'usages de ces cadres normatifs indispensables pour aborder la cyberdéfense d'entreprise.

1.4 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 économiques des pays, ces lois organisent profondément les modes de gouvernance de la sécurité en entreprise.

1.4.1 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.

1.4.2 Le cadre de certification européen

Le règlement établit un cadre européen de certification ³ 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).

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



1.4.3 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) ↗⁴.

1.5 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 meilleures 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.

De nombreux services étatiques et de normalisation possèdent des activités dites Cyber dans leur structures :

- ▶ Organismes français : AFNOR, Cert FR, CNIL, HADOPI, ANSSI, DGSE, DGSI, DGA/MI, Commandement de la cyberdéfense, C3N, OCLCTIC, BEFTI ...
- ▶ Organismes internationaux : ISO, ETSI, CERT, Europo, Interpol , ENISA , FIRST ...
- ▶ Organismes étrangers : FBI, CIA, NSA, GCHQ, Unité 8200, Fapsi, The SANS institute, CISA ...

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

1.5.1 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 NIST

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 ↗⁵
- ▶ NIST INFORMATION TECHNOLOGY LABORATORY ↗⁶

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

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

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



On notera en particulier les référentiels cryptographiques du NIST et ceux liées 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 ↗⁷).

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 :

- ▶ 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

1.5.2 Europe

Règlement (CE) n°460/2004 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 ↗⁸

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

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



- ▶ 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.

1.5.3 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 [🔗⁹](https://www.ssi.gouv.fr/agence/cybersécurité/ssi-en-france/) est riche en information et guide sur la cybersécurité.

Dépendant aussi de l'état, la CNIL [🔗¹⁰](https://www.cnil.fr/) (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.

1.6 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 CESIN [🔗¹¹](https://www.cesin.fr/) 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 [🔗¹²](https://clusif.fr), association qui propose de nombreux échanges sur la cybersécurité.

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

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

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

12. <https://clusif.fr>



- ▶ **Club CyberEdu** CyberEdu ↗¹³, 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 ↗¹⁴, regroupe les éditeurs et fournisseurs de services français en cybersécurité.

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





2. Enjeux pédagogiques

2.1 Objectifs pédagogiques

On les nomme « technologies » au collège, « sciences industrielles » ou « sciences de l'ingénieur » au lycée et dans le supérieur. Derrière ces différentes appellations se cachent les mêmes disciplines, utilisées pour comprendre les réalisations techniques qui nous entourent et imaginer celles de demain. Il me semblait donc important d'apporter au lecteur un peu d'information autour des éléments pédagogiques de ce document orienté vers les sciences et techniques de l'ingénieur cybersécurité. Vous trouverez donc dans ce chapitre quelques éléments sur les compétences, les métiers, le positionnement des activités de la cybersécurité pour protéger et défendre l'entreprise. En effet, ce document tente d'être une introduction à la sécurité opérationnelle en cyberdéfense d'entreprise permettant à des acteurs du digital n'ayant pas ou peu de connaissances du domaine de se repérer dans ces activités à large spectre de métiers et de compétences.

Nous y abordons aussi les limites de ce document ainsi que des recommandations pour profiter du contenu avec plus de facilité pour ceux, en particulier moins familiers du monde de l'informatique et des réseaux.

Je vous engage à explorer le glossaire de l'ANSSI [1](#) qui vous permettra de vous familiariser avec les terminologies de la cybersécurité.

1. <https://www.ssi.gouv.fr/entreprise/glossaire>



2.1.1 Les compétences à acquérir

A l'issue de ce document, 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 pleine conscience et efficacité, il est nécessaire de positionner ces activités au sein des autres fonctions digitales d'entreprise. Les compétences acquises sont de diverses natures, mais globalement vous devriez être en mesure à un niveau de gouvernance et de pilotage :

- ▶ d'analyser les risques numériques pesant sur l'entreprise ou l'organisation ;
- ▶ de mesurer le niveau de sécurité de l'environnement ;
- ▶ d'auditer, conseiller, accompagner le changement ;
- ▶ de mettre en place une gouvernance efficace dans le domaine de la cybersécurité ;
- ▶ de déployer une politique de sécurité informatique et de cybersécurité et appliquer des méthodologies efficaces de renforcement et d'aguerrissement ;
- ▶ de comprendre l'intégration des solutions de sécurité suite à l'analyse de risque ;
- ▶ de 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 métiers, de compétences entre un spécialiste de la gestion des accès qui conduira l'intégration de système d'IAM² et un « ethical hacker » qui devra recherche des scénarios d'attaques potentielles sur un système.

2. Identity et Access Management



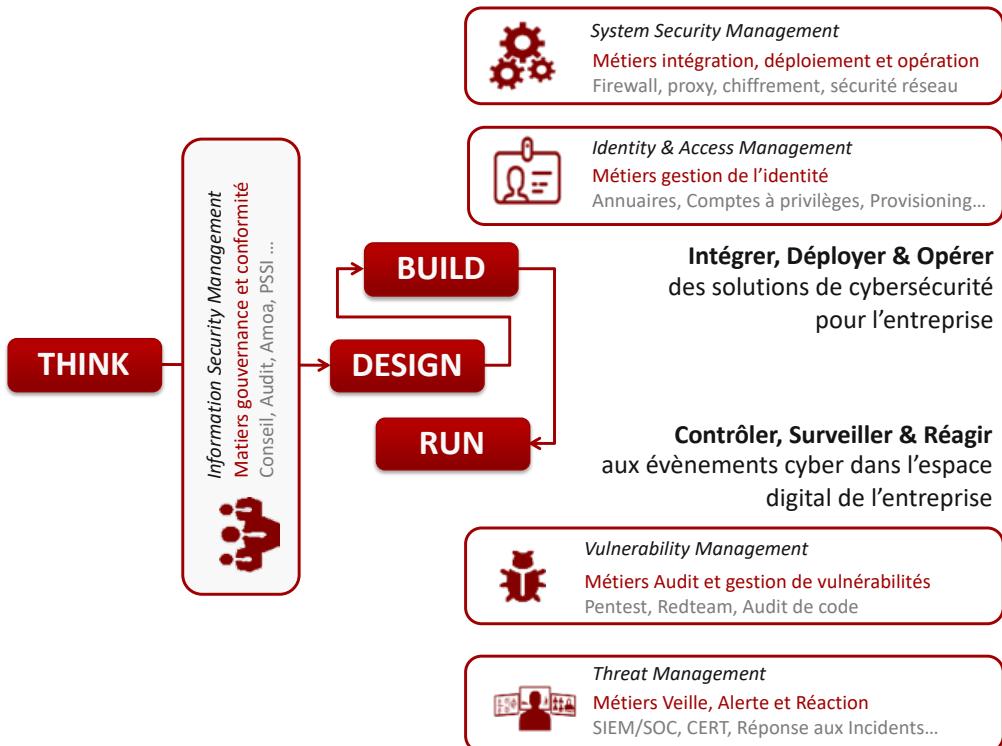


FIGURE 2.1 – les grands domaines de métiers

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 ³ ou celui du NIST sur le référentiel NICE Cybersecurity Workforce Framework ⁴.

Pour l'ANSSI, la liste de métiers issu du projet SECNUMEDU ⁵

Par ailleurs, j'ai proposé pour ma part, il y a quelques années dans cadre d'un enseignement du CNAM, un modèle à cinq domaines qui regroupe globalement des métiers du service utilisant des technologies communes avec des missions similaires et des technologies ou outils communs.

- ▶ **Information Security Management** : Les métiers de la gouvernance et de la sécurité de l'information et de la sécurité des systèmes d'information, comprenant les métiers du pilotage de la sécurité et du conseil. **Outils typiques** : Logiciels d'analyse de risques (Exemple : Risk Manager), **Méthodologies typiques** : ISO 27005, EBIOS, CRAMM ...
- ▶ **Identity and Access Management** : Les métiers de la gestion de l'identité numérique sont des métiers nécessitant des compétences liées à la gouvernance de l'informa-

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

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

5. https://www.ssi.gouv.fr/uploads/2016/05/liste_métiers_ssi_v4_secnumedu_anssi.pdf

tion et de ses accès mais aussi des compétences techniques liées à la gestion des identités. Fonctionnellement on trouve l'identification (initialisant l'identité de l'utilisateur), L'authentification (de l'utilisateur au système), l'autorisation, (de l'utilisateur à l'accès de la ressource), la gestion de l'utilisateur, et annuaire central d'utilisateurs. **Outils typiques** : Annuaires, Infrastructure de gestion de clefs. **Méthodes typiques** : RBAC, MAC, DAC, ...

- ▶ **System Security Management** : Les métiers du déploiement de la sécurité des systèmes informatiques et réseaux. Métiers de l'intégration, du déploiement et des opérations de solutions de sécurité. Ce domaine regroupe la plus grosse partie des équipes ouvrant dans le domaine de la sécurité de protection périphérique. On y trouve les expertises des solutions de sécurité. **technologies typiques** : Firewall, Proxy, Bastion ...
- ▶ **Vulnerability Management** : Au coeur d'une partie des métiers de l'audit et de la gestion du maintien en condition de sécurité, la recherche, détection, correction de vulnérabilités (tant techniques qu'organisationnelles ou humaines) sont regroupées dans un cadre plus large de la gestion des vulnérabilités. **techniques typiques** : Pentests, Audit applicatifs, audit de fragilités
- ▶ **Threat Management** : Les métiers autour de la gestion de la menace sont nombreux ont peu les classer autour de 3 axes : les métiers de la détection, de la veille, l'analyse d'attaque et de la réponse à incident. Chacun de ces axes possède des outillages et des méthodologies particulières. **Méthodes et outils sur la détection** : SIEM, Logs manager..., **Méthodes de réponse à incident** : Forensic, reverse-engineering...

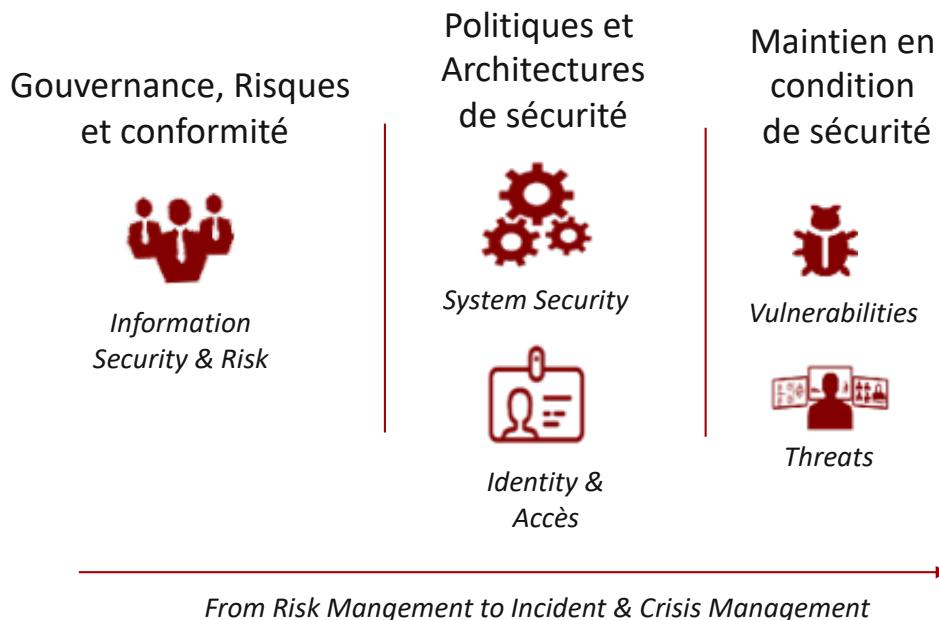


FIGURE 2.2 – les quelques grandes zones de métiers



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.

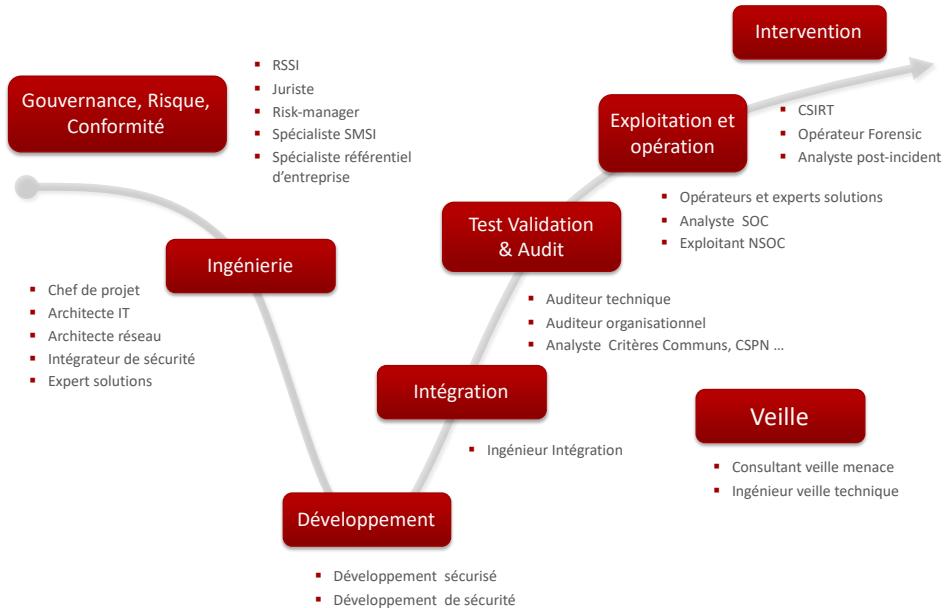


FIGURE 2.3 – les métiers dans le cycle de vie

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 différentante sur un CV dans le monde de l'entreprise en particulier celles qui travaillent dans un environnement international.

2.1.4 Certifications éditeurs

Nous verrons rapidement 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 les richesses fonctionnelles. Ces certifications sont par ailleurs souvent fortement préconisées

ou même 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 ↗⁶

Pour Microsoft Certifications ↗⁷ 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 ↗⁸ 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 ↗⁹ 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 demandées par les clients.

- ▶ CISA : Certified Information Systems Auditor
- ▶ CISM : Certified Information Security Manager
- ▶ CGEIT : Certified in the Governance of Enterprise IT
- ▶ 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 accessibles sans expérience professionnelle à prouver.

SANS Institute (SysAdmin, Audit, Network, Security) et le GIAC (Global Information Assurance Certification) ↗¹⁰

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

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

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

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

10. <https://www.giac.org>



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

CEH ↗¹¹ 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 ↗¹² 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 ↗¹³ (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 :

- ▶ 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 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 du 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.

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

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

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



- ▶ Pivot **ARCHITECTURE du SI**. Architecture de sécurité, défense en profondeur, politique de sécurité, usage du SI, IAM (*Identity and Access Management*). L'analyse sera faite à partie 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, de filtrage, 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 document 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.

⌚ Dynamité 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, Cyber-défense : plusieurs terminologies se côtoient pour évoquer des concepts, techniques, mesures, et méthodes souvent proches.

2.2.1 Structure du cours

Le document 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 implantée (architectures et systèmes de sécurité et sécurité des architectures et de systèmes d'information) ;
- ▶ **Temps 3** : D'un système d'information **outilé, 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 3ième 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 ¹⁴. Cette mallette de cours contient les éléments de base 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 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.

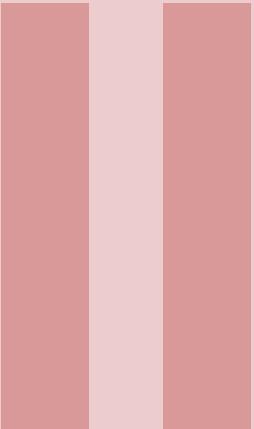
Pour le niveau Bac + 5

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

¹⁴. <https://www.ssi.gouv.fr/administration/formations/cyberedu/contenu-pedagogique-cyberedu>





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

3	La gestion des risques	47
3.1	Analyse de risques	
3.2	Ebios Risk Manager	
3.3	l'analyse de risque au coeur de l'architecture de gouvernance	
4	Politiques et architectures de sécurité	51
4.1	Architectures de sécurité	
4.2	Sécurité des systèmes	
4.3	Défense en profondeur	
4.4	Politiques de sécurité	
5	Eléments de Cryptologie	55
5.1	Définitions	
5.2	Des concepts	
5.3	De la confiance aux usages en entreprise	



3. La gestion des risques

Gestion du risque

⌚ avec une rappel de la définition du risque :

$$Risque = \frac{Evènement redouté \otimes Fragilités \otimes Gain pour attaquant}{Moyens \otimes Risques pour attaquant} \quad (3.1)$$

3.1 Analyse de risques

On ne peut démarrer sur la cyberdéfense d'entreprise sans se poser la question des enjeux de cette défense. Les premiers pas d'une démarche de cybersécurité est de passer par l'identification de ces risques que l'on appelle généralement « management par les risques ». L'identification des actifs les plus sensibles de l'organisation ou de l'entreprise nécessite de bien identifier les fondamentaux de l'organisation. Il ne faut surtout pas se focaliser sur les problématiques techniques ou technologiques lorsque l'on souhaite sécuriser ces systèmes d'information. En effet les activités techniques ne représentent qu'un aspect de la démarche qui, pour réussir, doit couvrir l'ensemble du spectre des activités de l'entreprise. Avant donc de mettre en proposer des processus décrits dans des procédures ou des mesures techniques, il est indispensable de conduire une analyse des risques (gestion des risques) qui permettra de rédiger par la suite une politique de sécurité sur la base des éléments les « plus » importants pour la continuité de l'entreprise. Il existe un corpus normatif sur la gestion de risque au sein de l'ISO quoi se concrétise par la norme ISO27005 (ISO/CEI 27005 :2011) publiée initialement en 2008. Cette norme adresse



la gestion des risques dans le domaine de la Sécurité des Systèmes d'Information. Cette norme a été structurée pour aider à déployer une approche méthodique de gestion du risque. Son usage s'inscrit dans un cadre plus large du déploiement d'un Système de Management de la Sécurité de l'Information, où cette norme vient directement en appui des concepts généraux énoncés dans la norme ISO 27001, dont elle complète la portée du chapitre 4.2 de cette norme. La norme ISO 27005 ne décrit qu'une démarche, c'est pour cela qu'a émergé des méthodes plus techniques pour conduire les analyses de risques. En France, la méthode EBIOS soutenue par l'ANSSI.

☞ Cette partie est un condensé très rapide des éléments sur l'analyse de risque. Pour disposer des méthodes précises et des outils techniques pour pratiquer des analyses de risques lisibles et compréhensibles par tous les acteurs de la sécurité, le lecteur pourra se référer au site de l'ANSSI ou l'ensemble de la méthode EBIOS est décrite.

<https://www.ssi.gouv.fr/guide/ebios-2010-expression-des-besoins-et-identification-des-objectifs-de-securite/>

3.2 Ebios Risk Manager

La méthode Expression des Besoins et Identification des Objectifs de Sécurité (EBIOS), est une méthode qui permet à la fois d'identifier les risques et de les hiérarchiser dans le but de proposer des contre-mesures à ceux ci. EBIOS se compose de cinq modules. Les axes importants de cette méthodologie sont :

- ▶ Etude du contexte fonctionnel et technique ;
- ▶ Expression des besoins de sécurité ;
- ▶ Étude des menaces (fonctionnelles et techniques) pesant sur le périmètre audité ;
- ▶ Expression des objectifs de sécurité ;
- ▶ Détermination des exigences de sécurité.

Le premier module, étude du contexte, consiste à définir le contexte de travail avec le client. Ce dernier délimite un périmètre pour l'analyse de risques, qui pourra être redéfini avec la société d'étude grâce à son expérience afin de vérifier et d'ajuster le périmètre pour qu'il soit en adéquation avec l'étude. Le premier module est la principale force de la méthode EBIOS car il permet à la démarche de s'adapter au contexte de l'entreprise et d'être ajustée à ses outils.

Le second module, événements redoutés, se concentre uniquement sur les biens essentiels (information, service,...) que l'on cherche à protéger. Ce besoin de sécurité s'exprime selon des critères de sécurité suivants : la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité (CID). Il faut ainsi identifier ces biens essentiels, estimer leurs valeurs, mettre en évidence les sources de menaces (gravité et vraisemblance) et montrer les impacts (économique, juridique,...) sur l'organisme si les besoins ne sont pas respectés.

Le troisième module, les scénarios de menace, de la méthodologie EBIOS se concentre sur les biens supports. Ce sont les composants "réels/physiques" qui portent les biens es-



sentiels. Les biens supports sont analysés concrètement à travers leur architecture, leur flux,... et les menaces et leurs sources sont identifiées.

Le quatrième module, les risques, a pour but de lister les risques qui sont des événements redoutés lié à des scénarios.

Le but du dernier module, les mesures de sécurité, est de proposer des contre-mesures aux risques identifiés précédemment, afin de réduire la vraisemblance des risques et leurs impacts.

3.3 l'analyse de risque au cœur de l'architecture de gouvernance

Mesures de sécurité posée, amélioration continue

Plan d'action (mesure organisationnelle et technique)

framework

Gouvernance, Protection, défense, résilience .

un PSSI n'est pas le pacth, manangement des capacités

en améliorant la capacité de protection Capidét de défense Capacité de résilience et notaient de gestion des crises

Un framework ...

La méthode EBIOS RM

Scénario , mesure de l'impact sur le scénario

Graphe D'attaques, cyber kill chain. Chemin le plus facile ... chemin de moins difficile pour l'attaquant. La vraisemblance (en pourcentage) manque un peu de concret ...

Maitrise du risque numérique l'atout confiance (la marge : association des risques managers) dans l'organisation. Au cours de l'atout confiance, EBIOS RM





4. Politiques et architectures de sécurité

4.1 Architectures de sécurité

Disposer des composants de sécurité dans une architecture de système d'information ne suffit pas totalement à assurer la sécurité de celui-ci. Il est par ailleurs bien connu que la résistance d'un système, n'est pas directement liée à l'augmentation des systèmes de sécurité. Il est nécessaire de concevoir la « résistance et la résilience » du système dès sa conception.

4.1.1 Systèmes Cryptographiques

4.1.2 Filtrages

Par signatures

Par règles

4.1.3 DMZ

4.2 Sécurité des systèmes

Construire des systèmes sûrs nécessite de travailler sur deux plans :

- ▶ Rendre plus résistants les composants mêmes des systèmes d'information ou de l'environnement digital : on parle en particulier Security by Design



- ▶ Ajouter des composants dont la fonction ajoute des mécanismes de protections.

4.2.1 Fonctions de sécurité

Les fonctions de sécurité de protection sont généralement construites pour protéger les grandes fonctions des systèmes d'information

- ▶ Stocker : chiffrement, sauvegarde ... ;
- ▶ Traiter : redondance... ;
- ▶ Transporter : chiffrement, filtrage, isolation...

On peut aussi disposer de fonctions de sécurité dont la mission n'est pas de protéger au sens strict du terme, mais apporter des fonctions de détection comme des IPS, IDS, SIEM, Honeypots.

 **Firewall Réseau :** xxx

 **Web Application Firewall :** xxx

 **IGC/PKI :** xxx

 **Coffre fort électronique :** xxx

 **DMZ :** xxx

 **Annuaire :** Au coeur des systèmes d'authentification des entreprises

 **VPN :** xxx

 **Signature :** xxx

 **Clés/token :** xxx

 **Proxy :** xxx

 **Routeur :** xxx



⌚ IPS/IDS : XXX

4.2.2 Sécurité par construction

La notion de sécurité « par construction » est une notion large quand on parle de composants ou de système numérique. Le principe est d'introduire dès la conception des fonctions de sécurité sur la base des risques et des critères de menaces de l'environnement. (en n'oubliant pas les critères économiques).

Par ailleurs des mécanismes « d'autodéfense » et des mécanismes de notifications d'alertes (pouvant être des log par exemple) peuvent être ajoutés.

Le déploiement de ce concept au sein des projets se révèle un peu différents en fonction de la cible :

système d'information Dans la majorité des cas, l'entreprise possède des systèmes ayant déjà un certain degré de maturité. Les nouveaux projets s'intégrant dans le système d'information, nécessite un gouvernance plus complexe, et parler de Sécurité Intégrée et de conformité aux règles sécurité de l'entreprise. (intégration avec les services de sécurité existant, utilisation de la PKI, des services de chiffrement, coffre fort, d'authentification)

Sécurité d'un produit (en n'oubliant pas les produits de sécurité qui eux même nécessitent une prise en compte des propriété de sécurité)

posants informatiques

4.3 Défense en profondeur

4.4 Politiques de sécurité

Grace aux outils d'analyse de risque, nous avons pu définir les biens essentiels de l'entreprise vu sous différents aspects :

- ▶ Continuité d'activité ;
- ▶ Protection du patrimoine informationnel et des données personnels ;
- ▶ Protection de l'image et de la réputation ;

Globalement, ces critères définissent le niveau de confiance que peuvent avoir les clients, et les partenaires dans l'entreprise.

La gouvernance de la sécurité, est un ensemble de responsabilités et de processus permettant de maintenir au quotidien le niveau de sécurité d'une organisation, de réagir au plus vite, mais surtout de construire l'ensemble des mécanisme qui vont permettre à l'entreprise de construire la confiance.



Comme on le dit souvent la confiance ne se décrète pas elle se construit, et il faut très peu pour la rompre.

un premier élément pour la confiance, s'appelle la certification ou la labélisation.





5. Eléments 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 puce¹ 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 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 enterrer mettre en « crypte » ! Si les expressions « co-

1. téléphonie mobile (SIM) et carte bancaire.



der » 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 chiffre². 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 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 NIST³ 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 :

2. ARCSI : Association des réservistes du chiffre et de la sécurité de l'information - www.arcsl.fr
 3. National institute of standards and technology.



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 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.

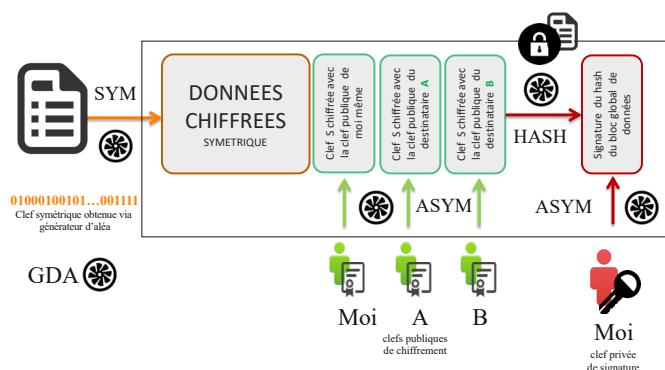


FIGURE 5.1 – Exemple d'une encapsulation asymétrique pour un chiffrement de fichier

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 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'Anssi⁴ sur les « mécanismes cryptographiques »⁵ qui illustrent de manière pragmatique et concrète cette indispensable vigilance.

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.

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, 1 280 bits est la taille de référence (soient 2^{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 RSA⁶ (6), qui aura bientôt 40 ans, les experts considèrent qu'une taille de 2 048 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 plan cryptographique)⁷. 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 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.

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.



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 auto-signés !

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 séquestration des clefs. Indispensable pour les malchanceux qui perdent leur clé 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

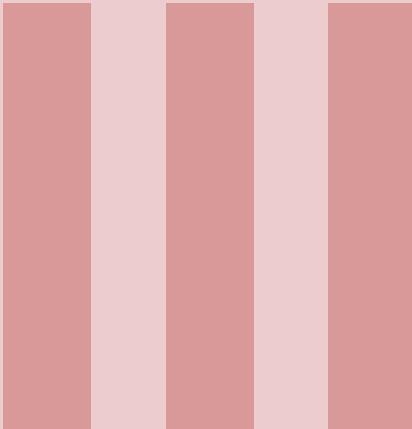
Usure ou rupture cryptographique

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 cybersécurité à la gestion de crise

6	Introduction à la SECOPS	65
6.1	SECOPS et cybersécurité	
6.2	Range et Simulation	
6.3	Sécurité opérationnelle	
6.4	Lutte contre la menace	
6.5	Processus SECOPS	
6.6	Les métiers de la SECOPS	
6.7	Eléments Communs	
7	Surveiller et Anticiper	85
7.1	Fragilités numériques	
7.2	GERER les fragilités	
7.3	RECHERCHER des vulnérabilités	
7.4	ANTICIPER et construire solide	
8	Déetecter et alerter	111
8.1	GERER les menaces	
8.2	ANTICIPER les menaces	
8.3	DETECTER les attaques	
8.4	(SOC) Security Operation Center	
8.5	Technologies et Organismes connexes	
8.6	Botnet, des codes malveillants organisés	
9	Réagir et remédier	167
9.1	GERER les incidents	
9.2	ANTICIPER	
9.3	REAGIR	
9.4	ENQUETER	
9.5	Méthodes et techniques connexes	
9.6	CERT et CSIRT	
10	A retenir	189
10.1	Une synthèse des fondamentaux	
10.2	La réponse aux incidents	
10.3	La détection des attaques	
10.4	La couverture des fragilités	
10.5	La veille et l'anticipation	



6. Introduction à la SECOPS

6.1 SECOPS et cyberdéfense

Mettre en place des stratégies de cyberdéfense, c'est partir du principe que l'entreprise sera attaquée et que l'enjeu des équipes est de se préparer à des attaques pouvant violemment impacter l'entreprise. Pour cela, l'entreprise doit anticiper, détecter à temps et réagir vite pour réduire l'impact.

6.1.1 Des opérations de cyberdéfense d'entreprise

C'est dans ce contexte de sécurité que doit s'organiser cette cyberdéfense opérationnelle et se structurer autour des axes qui caractérise une posture de cyberdéfense d'entreprise :

- ▶ Le renseignement :
 - sur les menaces : les attaquant et leurs intentions, leurs techniques et outils, les sources compromises,
 - sur les vulnérabilités : des logiciels, et des structures organisationnelles,
- ▶ La détection d'attaques ou de menaces dormantes ou cachées ;
- ▶ La mise en alerte, ou la réponse à incidents pour aller à la gestion de crise ;
- ▶ La neutralisation de sources malveillantes.



6.1.2 Veille et renseignement

Au cœur des opérations de cyberdéfense, le renseignement reste le moteur de l'anticipation. Une grande partie des attaques exploitent des failles ou des vulnérabilités. Etre au plus tôt au courant de l'existence d'une vulnérabilité sur un système utilisé par l'entreprise est le premier stade d'une veille pour ANTICIPER une attaque potentielle basée sur cette faille.

Toutes les attaques ne sont pas liées à l'utilisation d'une faille technique, il existe d'autres marquants ou indicateurs qui peuvent être surveiller pour évaluer les risques. Nous verrons dans le chapitre sur la détection, que les marquants des menaces sont souvent des données techniques qui peuvent caractériser l'attaque, l'attaquant, les techniques utilisées... Par ailleurs le renseignement permet aussi de détecter des fuites de données, ou des informations sensibles compromises en surveillant les sites spécialisées. On peut citer le célèbre '**-have i been pwned?**'¹ qui indique si une adresse email utilisée comme identifiant de compte a été compromise lors d'un vol de données sur un site.

L'ensemble des informations liées aux menaces s'appelle de la *Threat Intelligence* ou *Cyber-Threat Intelligence (CTI)*, et celles liées aux vulnérabilités classées dans la dynamique *Vulnerability Intelligence*.

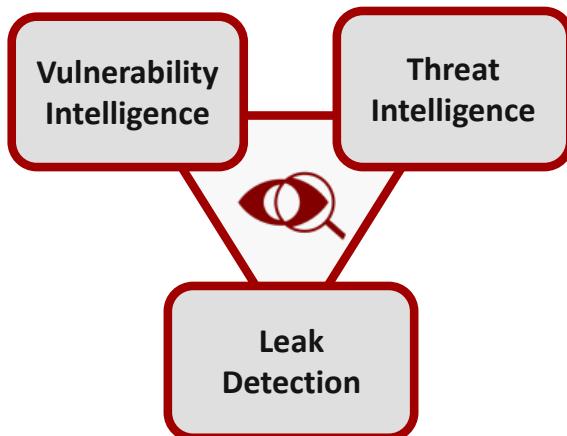


FIGURE 6.1 – Les axes du renseignement cyber

6.1.3 VTI

Le triptyque VTI (Vulnérabilités/Failles, Menaces/Attaques, Incidents/Alertes), est souvent présenté comme le cœur des activités de sécurité opérationnelle.

La sécurité opérationnelle c'est l'ensemble des processus opérationnels qu'il faut mettre en place et évaluer au quotidien afin réduire la surface d'exposition du système d'information aux risques, mais aussi réduire l'impact en cas d'attaque.

On y trouve en particulier :

1. <https://haveibeenpwned.com>



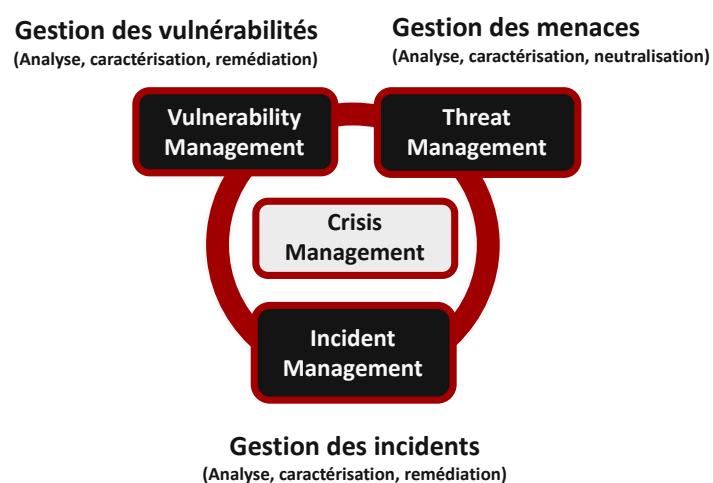


FIGURE 6.2 – Les axes du renseignement cyber

- ▶ Les audits techniques, pentest, scan : pour identifier, mais aussi la cartographie des actifs, des acteurs,
- ▶ Les systèmes de détection comme le SIEM, de chasse comme le Threat Hunting,
- ▶ Les mécanismes de remédiation, les techniques et outils de forensique.

Tous ces actions génèrent au sein de l'entreprise de l'information, souvent à destination d'acteurs différents mais participant globalement à l'objectif de cyberdéfense.

6.1.4 Fusion Center

Les préoccupations des responsables de cette sécurité opérationnelle restent encore l'accès et le partage de l'information car dans le cycle de gestion du risque et de réduction de la surface d'attaque. Le terme *Fusion Center* est historiquement lié aux attentats du 11 septembre 2001, qui avaient montré les lacunes de partage de l'information entre les services de police et renseignements américains face à cette attaque. Repris par les experts de la cybersécurité, pour gérer les menaces. La sécurité opérationnelle est gérée généralement par deux principales structures : le SOC, en charge de la détection, de la qualification et de la gestion des incidents; et le CSIRT, responsable de la gestion de crise, de l'investigation numérique, de la veille et de la Threat Intelligence.

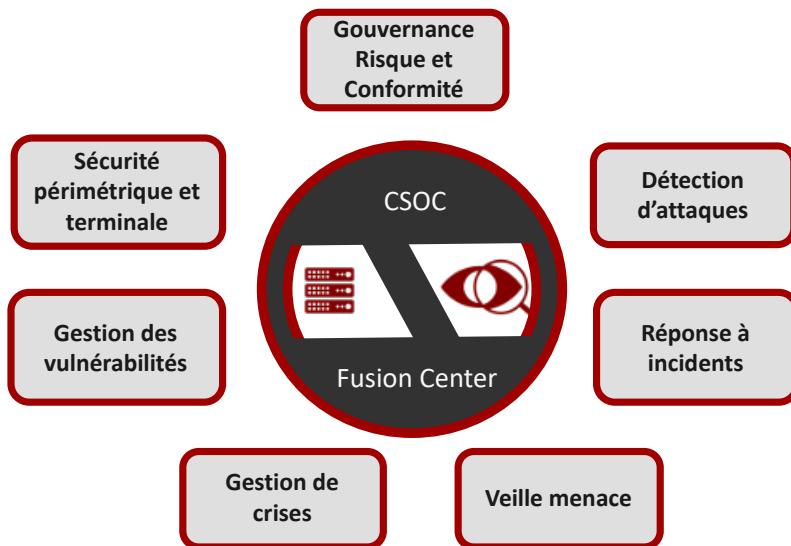


FIGURE 6.3 – Fusion Center et CSOC

- ▶ Automatiser la **création de règles** basées sur des menaces avérées et détecter de manière avancée avec le *Machine Learning*
- ▶ Automatiser le **processus de management** des incidents avec en particulier les SOAR (Security Orchestration, Automation et Response) outils d'aide et d'automatisation de la réaction aux incidents de sécurité.



- ▶ Adapter **l'organisation** à cette automatisation
- ▶ et surtout automatiser la **collecte et la distribution** de l'information dans les différents services grâce à un « Centre de Fusion de l'information et du renseignement ».

6.1.5 Entrainement à la cyberdéfense

En matière de cybersécurité, les organisations sont confrontées à la persistance des cyber-attaques, combinées à la montée en puissance de nouvelles menaces, ne sont pas suffisamment préparées à anticiper les incidents et à y apporter les réponses adéquates. De nombreuses études continuent à montrer que la formation du personnel demeure le défi premier, se traduisant par un investissement conséquent de la part des organisations.

L'entraînement répond à différents objectifs de l'entreprise :

- ▶ Sensibilisation des acteurs (salariés, décideurs, managers) aux risques « cyber ». Ces entraînements, relativement brefs et regroupant qu'une partie des acteurs permettent d'illustrer concrètement les menaces. Il permet en particulier de l'illustrer concrètement les impacts des cyber-attaques sur une entreprise notamment pour les niveaux stratégiques ;
- ▶ Evaluation du dispositif de sécurité et de gestion de crise, particulier pour les évaluations autour des travaux de PCA/PRA avec l'ISO 22301. L'objectif est d'évaluer toute la chaîne opérationnelle, des équipes techniques informatiques et sécurité, aux top management sur l'ensemble de structures de la résilience ;
- ▶ Entraînement des équipes techniques, par exemple au sein des SOC (Security Operation Center). Cela suppose de s'appuyer sur des environnements de simulation informatique représentatif de la réalité pour s'adapter à l'évolution des attaques (Outils de Range en particulier) ;

Pour répondre à ces besoins, trois niveaux d'entraînement doivent donc être distingués :

- ▶ Des entraînements techniques au niveau des opérations. Ces entraînements peuvent intervenir dans le cadre de formations des équipes ;
- ▶ Des entraînements managériales ou niveau des managers de proximité ou des COMEX. La durée de ces entraînements dépend des objectifs de montage en compétence. Pour une sensibilisation de COMEX, la durée doit être adaptée et courte (de l'ordre d'une demi journée). Les entraînements ou exercices peuvent doivent être réguliers, une fréquence d'exercice annuelle est recommandée.
- ▶ Des entraînements mixtes associant des populations techniques et non techniques, afin de traiter l'inter-dépendance des différentes structures engagées.



6.1.6 Gestion de crise

Les opérations de sécurité opérationnelle doivent embarquer le processus de gestion de crise de l'entreprise, on trouvera dans le chapitre de gestion des incidents la manière donc les opérations de cybersécurité peuvent s'intégrer à des processus de gestion de crise existants ou comment créer des processus spécifiques à la CyberCrise. En effet, une des particularités des cyber-crises c'est que le systèmes d'information et de communication peut lui aussi être compromis, et que la confiance dans les systèmes informatiques de gestion peut être altérée, ou ces systèmes totalement inopérants.

6.2 Range et Simulation

Les cyber-ranges, environnements de simulation informatique, dédiés non seulement à l'expérimentation des technologies, mais également à la formation par la pratique et à l'entraînement du personnel, constituent une réponse à l'enjeu de vision globale. Initialement développés dans un cadre militaire, les cyber-ranges intéressent aujourd'hui l'ensemble de l'écosystème de cybersécurité. Ils offrent des conditions d'entraînement proches du réel, tant dans les topologies réseau reconstituées que dans les technologies de sécurité déployées. Ils fournissent un environnement d'affrontement informatique permettant une nouvelle approche de la formation axée sur l'opérationnel.

Il existe de nombreux outils d'entraînements. La majorité sont construits sur des technologies de virtualisation. L'environnement de simulation technique est donc basé sur un « bac à sable » numérique (une sorte de paillasse numérique) offrant notamment des capacités de :

- ▶ Virtualisation de postes de travail et de serveurs et de tout autres composants informatique ou réseaux. L'environnement de simulation informatique peut être « hybride » lorsqu'il permet également de connecter des équipements physiques (routeur, sonde, automate industriel...) ou des appliances ;
- ▶ Virtualisation des différents couches de transports, de stockage et de traitement (couche réseau pour les liens et les équipements, couches base de données et infrastructures de base : Annuaire, Infrastructure de gestion de clefs, ...);
- ▶ Création de scénarios pédagogiques ou de situation tactiques pour fournir des contextes d'entraînement et de formation ;
- ▶ Simulation et Génération de trafic pour donner de la vie au système.

L'entraînement est une solution pour dynamiser les activités de cyberdéfense.



CyberRange-Airbus

La CyberRange est utilisée par ses utilisateurs (administrateur, intégrateur, testeur, formateur) pour concevoir des réseaux virtualisés ou hybrides, émuler des activités unitaires comme des communications entre deux machines ou encore pour lancer des scénarios complexes reproduisant une activité réaliste (échange de fichier, email, trafic web et potentiellement de véritable cyber-attaques).

CyberRange est disponible dans un caisson mobile, dans une baie ou accessible depuis un cloud.

✿ Classe : **RANGE**, Site de référence : [CyberRange-Airbus](https://airbus-cyber-security.com/fr/produits-services/prevenir/cyberrange/)²

✿ Editeur : **airbus** ✿ Analyste : **eduf@ction**

Hynesim

hynesim, pour « HYbrid NEtwork SIMulation », est une plateforme distribuée de simulation de systèmes d'information. hynesim est un ensemble logiciel s'appuyant sur des composants reconnus tels que Linux, Qt et libvirt. Grâce à une interface graphique simple d'utilisation (hyneview), mais néanmoins puissante, hynesim permet de simuler des réseaux complexes en seulement quelques clics. De plus les fonctionnalités hybrides de la plateforme offrent la possibilité de relier un réseau virtuel à des équipements réels.

✿ Classe : **RANGE**, Site de référence : [Hynesim](https://www.hynesim.org)³

✿ Editeur : **Diateam** ✿ Analyste : **eduf@ction**

2. <https://airbus-cyber-security.com/fr/produits-services/prevenir/cyberrange/>
3. <https://www.hynesim.org>



EDUYesWeHackYES WE HACK

La plate-forme s'adresse aux promotions cybersécurité des écoles et université et plus largement à l'ensemble des promotions européennes en IT qui veulent accélérer le partage de jeux de données de qualité. L'approche pédagogique encourage d'abord l'émulation via la gamification et l'implication de chaque élève dans la sécurisation de son institution. Elle ouvre surtout des perspectives aux futurs développeurs vers des spécialisations porteuses telles que Dev-SecOps, Data Scientist, Security Analyst, etc. Enfin, YesWeHack EDU facilite la mise en place de projets collaboratifs et d'initiatives transversales entre les institutions académiques et le secteur privé. Disponible partout en Europe, la plateforme YesWeHack EDU s'inscrit dans la ligne de l'initiative du consortium SPARTA, dont YesWeHack est un des membres fondateurs, qui vise à renforcer l'innovation et la recherche en matière de cybersécurité au niveau européen.

✿ Classe : **RANGE**, Site de référence : [EDUYesWeHack](#)⁴

☛ Editeur : **YesWeHack** ☛ Analyste : eduf@ction

Sur le plan humain, l'utilisation d'un cyber-range se construit autour de deux équipes que nous explorerons dans les chapitres sur la gestion des vulnérabilités et la gestion des menaces :

- ▶ La « Red-Team », composée de hackers éthiques professionnels (les PENTESTEURS). Ceux-ci reproduisent des attaques ciblées et d'ampleur et de complexité croissante, de nature à challenger la défense tout au long de l'entraînement;
- ▶ La « Blue-Team », chargée de la défense des réseaux et systèmes d'information (le SOC), qui est donc constituée des apprenants participant au programme d'entraînement ou de formation.

6.3 Sécurité opérationnelle

En terme de gouvernance, 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 de maintenir le niveau de sécurité de l'entreprise ou du système. La dynamique de sécurité de l'entreprise est en exploitation nécessite une organisation et des politiques orientés vers cette efficience de l'anticipation, de la détection et de la réaction que nous avons présenté comme le volet cyberdéfense de la cybersécurité de l'entreprise.

Dans certains ouvrages ce processus est dénommé « Maintien en Condition de sécurité ». En utilisant les termes anglo-saxons définissant le cycle des projets, nous pourrions positionner ses activités dans la phase dite de **RUN**. Les autres phases en amont pouvant être définies comme :

- ▶ **THINK/DESIGN** : Des risques évalués à la politique sécurité établie en fonction des risques ;
- ▶ **BUILD** : De la politique de sécurité déployée à la construction d'une sécurité implémentée ;



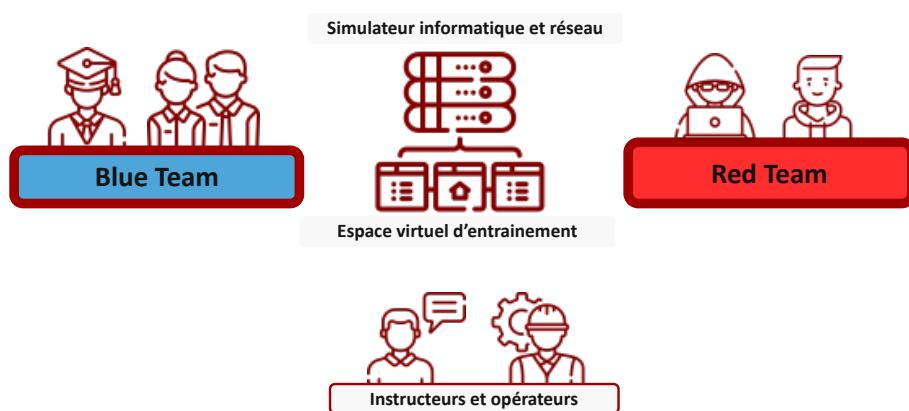


FIGURE 6.4 – Entrainement

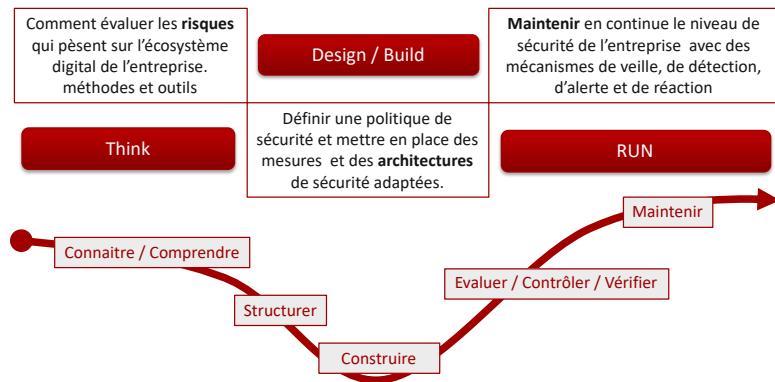


FIGURE 6.5 – les phases du cycle de vie

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 **Cybercrise** maîtrisée, ce que certains appellent **SECOPS** : « sécurité Opérationnelle ».

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

- ▶ Soit nous sommes dans **une dynamique entreprise** et ces processus sont ceux mis en place pour s’assurer que l’ensemble de actions sont pris pour maîtriser les 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 l’introduction et dans les chapitres précédents, la cybersécurité est un domaine vaste qui regroupe de nombreuses disciplines. Elle peuvent intervenir dans des cycles projets pour construire des systèmes sûrs ou pour assurer la continuité d’activité et la protection des patrimoines dans l’entreprise. Il faut aussi, penser à y ajouter aussi tout un espace de gestion des conformités (législatives, 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

4. <https://www.yeswehack.com/edu/>



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 document 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 savoirs-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 gouvernance 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.

6.4 Lutte contre la menace

La finalité de cette défense d'entreprise est de lutter contre ces attaques qui ne sont pas qu'informatiques. L'attaquant peut utiliser des scénarios 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 Ransom-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 classer la majorité des attaques informatiques dans quatre grandes 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 un atteinement 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 vrai 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 déplacent 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 un opportunité ;
- ▶ récupérer de l'information, secrets, données personnelles exploitables (en gros toutes information 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 entre dans cette catégories) ;
- ▶ 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.

6.4.1 Politiques et Stratégies

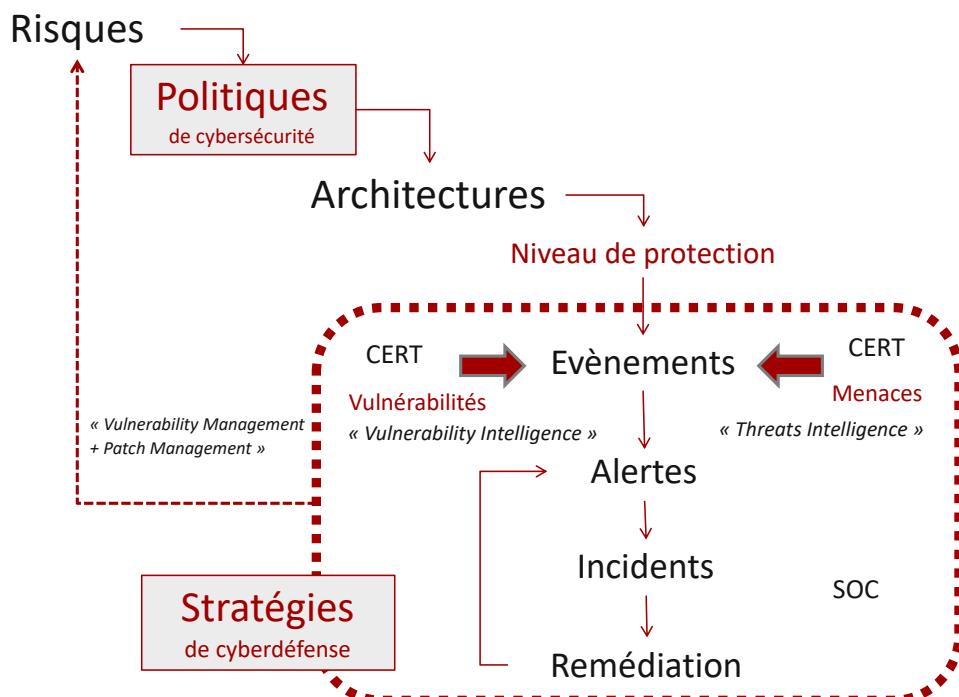


FIGURE 6.6 – Positionnement de la sécurité opérationnelle

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 évènements 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 évènements 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 cyberdéfense d'entreprise.

Ce document présente donc une dynamique de cyberdéfense 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

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 :

- ▶ 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



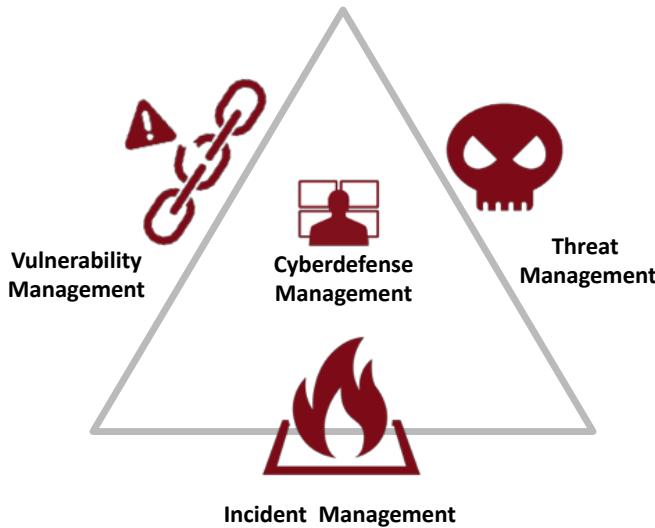


FIGURE 6.7 – Des 3 des volets de la sécurité opérationnelle

ces trois volets il ne faut pas oublier, le volet administration des briques informatiques 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 continu le niveau de sécurité de l'entreprise avec des mécanismes de veille, d'alerte et de réaction.

6.4.2 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 Cyberdéfense 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 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.



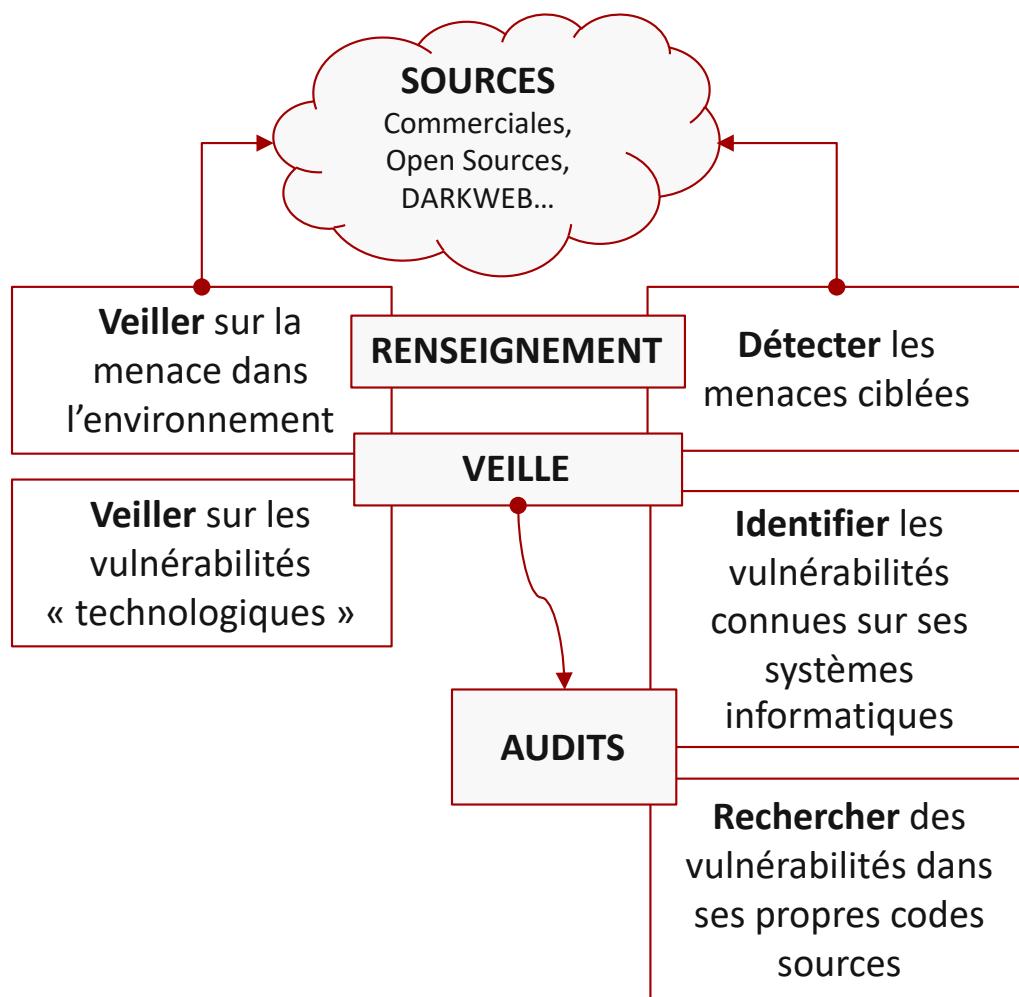


FIGURE 6.8 – Les différentes actions de veille



Nous avons positionné l'audit technique comme une des activités fondamentales 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.

6.4.3 Les modèles de cybersécurité

Les modèles ou framework de sécurité sont intéressants à plusieurs titres. Ils permettent en particulier, de disposer d'un ensemble d'exigences ou de bonnes pratiques organisées dans un référentiel connu et reconnu d'une communauté et offre un cadre pour :

- ▶ Passer en revue les pratiques des organisations en matière de cybersécurité ;
- ▶ Etablir ou améliorer son propre programme de cybersécurité ;
- ▶ Effectuer une auto-évaluation des risques en matière de cybersécurité ;
- ▶ Sensibiliser collaborateurs, partenaires, sous-traitants ;
- ▶ Améliorer la communication entre organisations grâce à un échange d'exigences cybersécurité entre les partenaires commerciaux, les fournisseurs et les régulateurs (ANSSI par exemple)

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 FrameWork du NIST fig. 6.9 page 82) avec les activités **DETECT, RESPOND et RECOVER**;

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 Ibl-risk27 ?? page ??)

Nous avons fait le choix de positionner la présentation du volet sécurité opérationnelle en nous éloignant un peu des modèles pour présenter les trois 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 maîtrise des risques cyber opérationnels.

- ▶ Les systèmes d'information évoluent en continue 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'amplitude, ou à fort impact techniques ou médiatique.



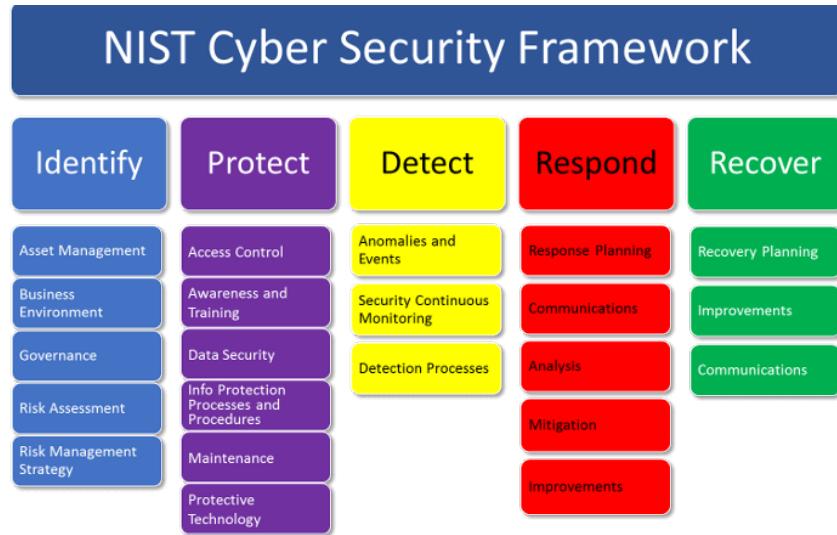


FIGURE 6.9 – modèle NIST

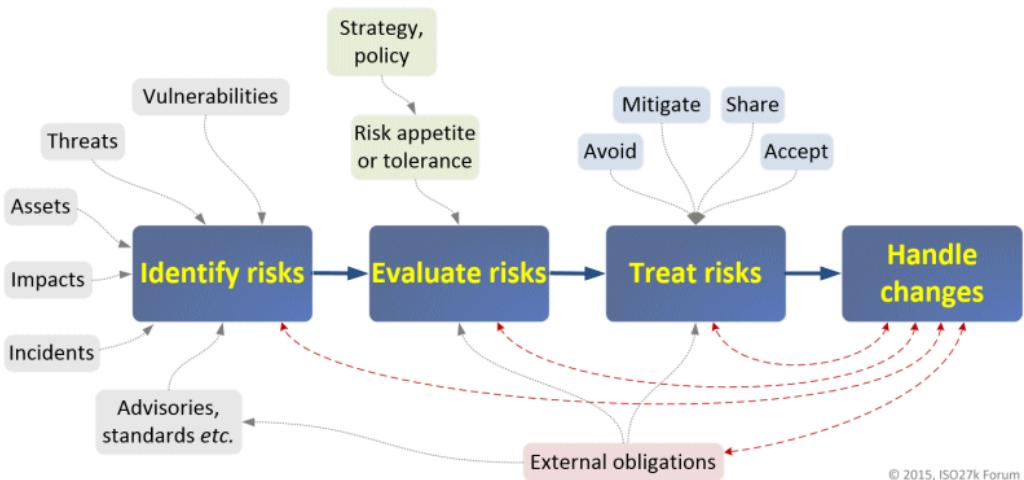


FIGURE 6.10 – modèle ISO27 et risques



6.5 Processus SECOPS

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 ou 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'événements hors de périmètre du système informatique, mais dans le périmètre de surveillance.

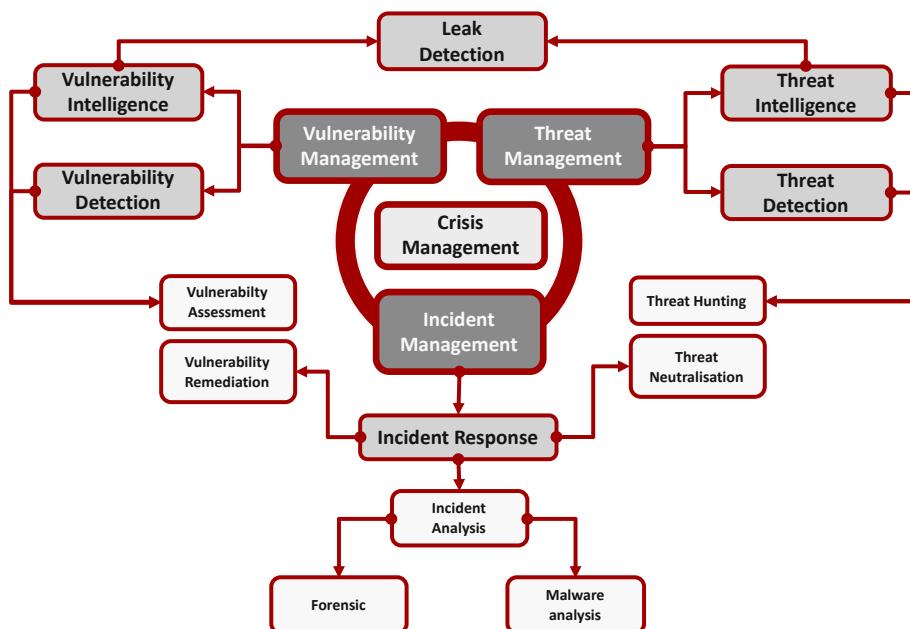


FIGURE 6.11 – Synthèse des méta-processus SECOPS

Ces activités nécessitent, pour être efficace, une symbiose parfaite entre les équipes qui gèrent l'activité digitale (Systèmes d'informations, réseaux sociaux, communication...) et les équipes de sécurité opérationnelle. Il ne faut pas oublier bien entendu les mécanismes de gouvernance sécurité globale (ISO 27001 par exemple) dans lesquels s'inscrit la sécurité opérationnelle. On trouve souvent dans les entreprises un RSSI dédié cette activité relevant soit du RSSI de la DSI soit d'un DSSI (Directeur de la SSI).



6.6 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 champ 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.

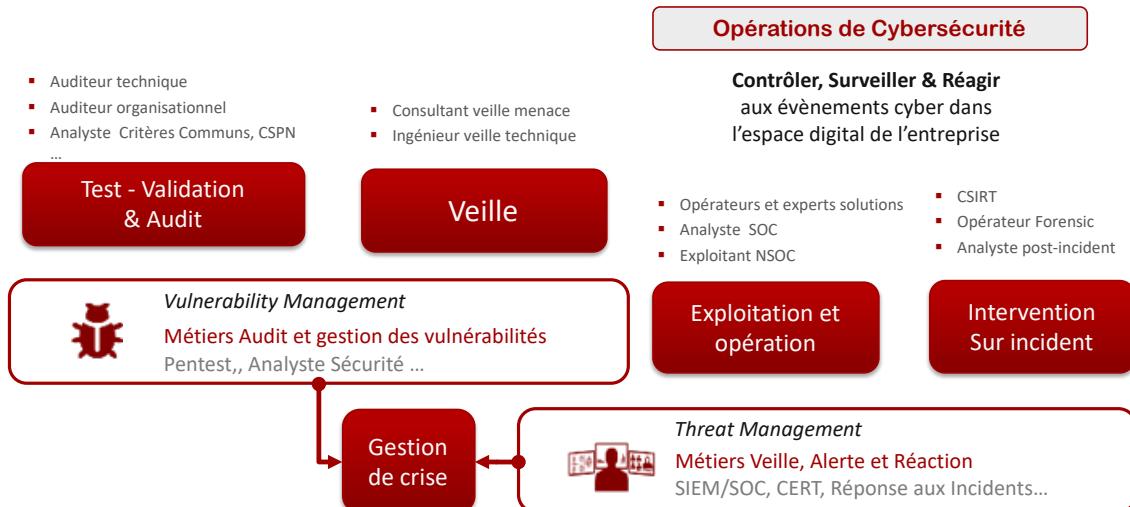


FIGURE 6.12 – Des métiers SECOPS

6.7 Eléments Communs

Nous trouverez dans chacun des chapitres un petit condensé du processus avec :

- ▶ Les objectifs ;
- ▶ Les outils ;
- ▶ Les méthodologies et standards ;
- ▶ Les métiers et compétences.





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 pourvoir 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 Déetecter 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 numérique¹ 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 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 assessment 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

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



Vulnerability Management Process ↗².

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 apparaît 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

On trouvera dans le chapitre 7.2, 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.

7.1.3 Les basics sur les vulnérabilités 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 :

- ▶ Fragilités techniques sont 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 plus en détails ;
- ▶ Fragilités humaines, généralement des déviances 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 ;

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



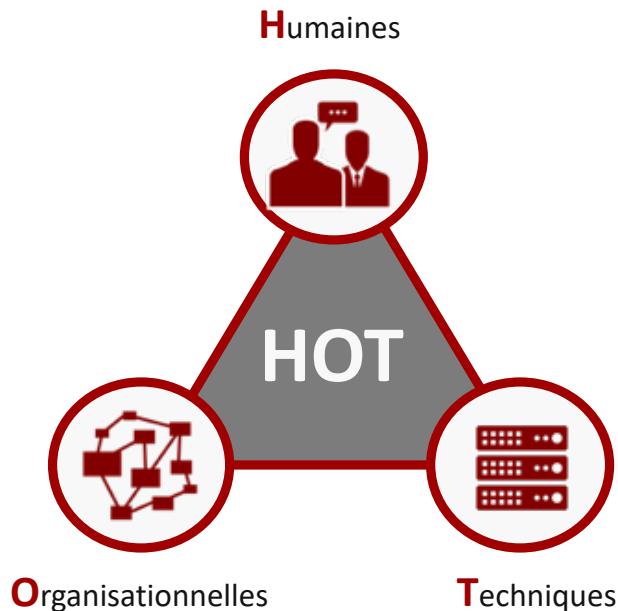


FIGURE 7.1 – les types de vulnérabilités

- ▶ **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 :

- ▶ **Failles de configuration** ou de défaut d'usage (utilisation d'un système en dehors de ses zones de fonctionnement stable et maîtrisé)
- ▶ **Failles Logicielles** : Failles 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,
- ▶ **Failles de conception** : Failles 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 où 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.

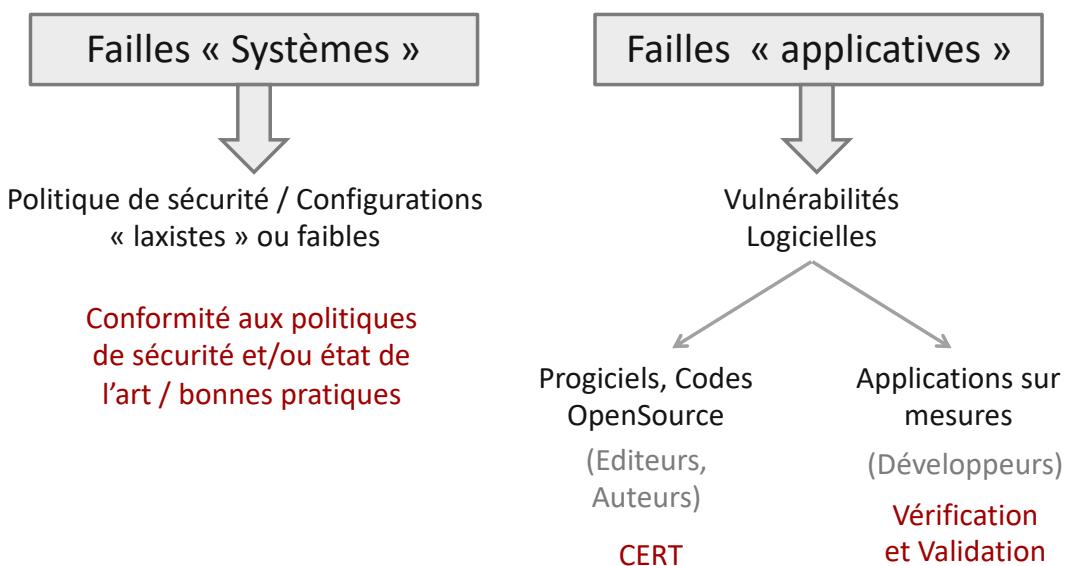


FIGURE 7.2 – Les types de vulnérabilités

Quand on parle de fragilités, il n'y pas que les failles de conception ou de développement. Les failles de configuration des systèmes d'information représentent encore une grande partie 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.



7.1.4 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.

Fiche TECHNO : 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 une fiche TECHNO dans le cadre des travaux demandées.

La majorité des failles informatiques du domaine du Web et des applications sur mesure 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.

Faille 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 toute les personnes qui consulteront l'image avec son titre piégé par un script malveillant.

Faille 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 un 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 ³, 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 Pixa (Hackndo) ⁴, par exemple, vous donne quelques partages particuliers d'un Ethical hacker.

7.1.5 Failles de programmation

Exemple : SMB etherblue

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.

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... ▾

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. Failles 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

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

Exemple : programmation erronée

Les célèbre débordement de pile, ou BUFFER OVERFLOW, fait partie des exemples d'erreur de programmation, en particulier avec des langages permissifs, pouvant conduire à des situations exploitables par des codes malveillants.

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

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



Si nous prenons l'exemple simple d'une fonction de copie de mémoire par indexation de tableau en C suivante :

```
void *memcpy(char *dest; char *src, size_t *n)
{ /* copie de bloc de memoire */
// size_t : taille du tableau
// *src : pointeur source
// *dest : pointeur destination
    for (size_t i=0; i<n; i++)
        dst[i] = src[i];
}
```

Un nombre négatif (et donc incorrect en principe pour copier une zone de mémoire dans une autre) peut être passé en valeur dans ‘n’, et par la suite est interprété comme un grand nombre à cause du complément à 2 et de la façon dont les nombres négatifs sont codés. Ceci qui provoque un débordement de mémoire et un plantage si ce débordement touche une zone de mémoire virtuelle non liée à une zone de mémoire physique.

7.1.6 Vulnérabilités et configuration

Un des plus grands classiques de vulnérabilité système concerne les défauts de configuration, en particulier les défauts de configuration des équipements et systèmes dans un environnement réseau.

L'outil le plus classique et accessible est NMAP. Cet outil est conçu pour détecter les ports ouverts, identifier les services hébergés et obtenir des informations sur le système de l'ordinateur distant. La technique de scan de port est utilisée par les administrateurs des systèmes informatiques pour contrôler la sécurité des serveurs de leurs réseaux. La même technique est aussi utilisée par les acteurs malveillants pour tenter de trouver des failles dans des systèmes informatiques. De nos jours un balayage de ports (port scan ou portscan en anglais) effectué sur un système tiers est généralement considéré comme une agression, car il préface une intrusion. Il est donc recommandé de l'utiliser de manière responsable lorsqu'on utilise ce type d'outils dans son entreprise. En effet –, scan de ports est une des activités considérées comme suspectes par un système de détection d'intrusion.

7.1.7 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.

7.1.8 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.



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 Zerodium⁵, 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.

Fiche TECHNO : 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 une fiche TECHNO .

7.1.9 CVE, CVSS et CWE

7.1.10 Common Vulnerabilities and Exposure (CVE)

De nombreuses vulnérabilités sont découvertes chaque jour 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

5. <https://zerodium.com>



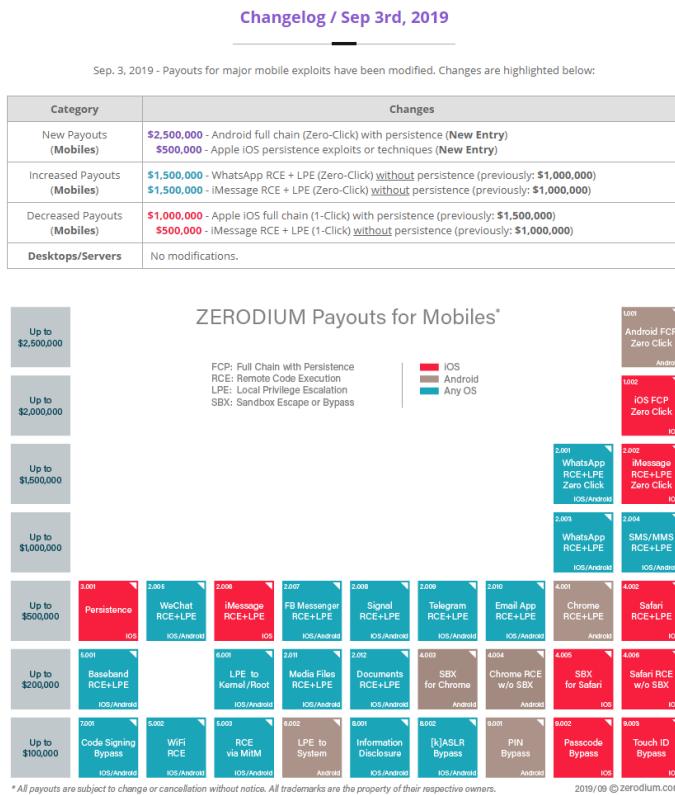


FIGURE 7.4 – Le marché des failles mobiles avec Zerodium

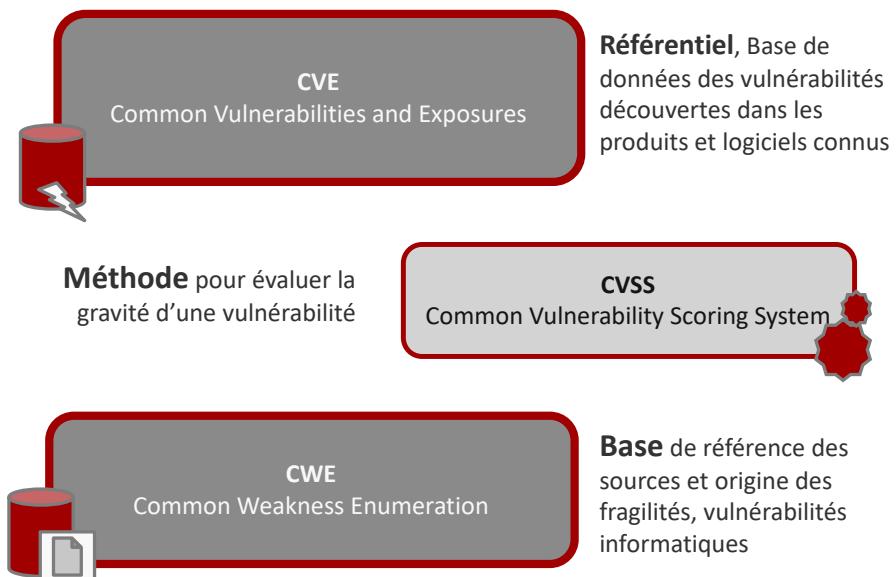


FIGURE 7.5 – Quelques concepts de gestion sur les vulnérabilités



Eléments de Sécurité Opérationnelle

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)⁶

Le système CVE permet de recenser toutes les failles et les menaces liées à la sécurité des systèmes d'information avec un identifiant unique attribué à chaque faille.

On trouve ainsi dans cette base on retrouve par exemple :

- ▶ l'identifiant de l'une des vulnérabilités qui a permis une attaque massive via le rançonlogiciel **Wannacry** : CVE-2017-0144, faille dans le protocole SMB découverte en 2017 et la 144ième faille découverte de l'année.
- ▶ ou **Heartbleed** l'une des failles les plus importantes des années 2010 : CVE-2014-0160 présente dans la couche logicielle open source OpenSSL. OpenSSL est une bibliothèque avec deux bibliothèques, libcrypto et libssl, respectivement une implémentation des algorithmes cryptographiques et du protocole de communication SSL/TLS fortement utilisé par internet.

7.1.11 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'élément 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 Teams⁷, 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 apport 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

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

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



- ▶ Un score de 7 à 10 correspond à une criticité haute

Un autre exemple que je vous engage à explorer pour bien comprendre le fonctionnement CVE sont les vulnérabilités :

- ▶ CVE-2020-1023, CVE-2020-1024, and CVE-2020-1102 - SharePoint Remote Code Execution Vulnerability
- ▶ CVE-2020-1067 - Windows OS Remote Code Execution Vulnerability
- ▶ CVE-2020-1058 (VBScript), CVE-2020-1060 (VBScript), CVE-2020-1064 (Trident=>I.E.) – Internet Explorer Remote Code Execution Vulnerability (which could be used during Web Browsing)
- ▶ CVE-2020-1096 - Microsoft Edge PDF Remote Code Execution Vulnerability

7.1.12 Common Weakness Enumeration (CWE)

L'Énumération des faiblesses ordinaires c'est ainsi qu'il faudrait traduire CWE publié par le MITRE ⁸ 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 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%

7.1.13 Les services de veille en vulnérabilités

Vous trouverez quelques éléments sur les CERTs (Computer Emergency Response Team) dans le chapitre sur les vulnérabilités, toutefois le périmètre de fonctions et services des CERTs s'est rapidement élargie ces dernières années. Au delà de la diffusion et alertes sur des vulnérabilités, ils couvrent maintenant avec précision les menaces (analyse et alerte sur codes malveillants, ...) et les incidents. Les CERTs restent les acteurs principaux de cette veille et capacité d'alerte. Nous trouvons toutefois de nombreux services de veille en vulnérabilités qui ne sont pas des CERTs, mais qui offrent des services dédiés à des typologies de produits, ou des secteurs

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



Les CERT de l'ANSSI

Le Computer Emergency Response Team (CERT) gouvernemental de l'Agence Nationale de la Sécurité des systèmes d'information (ANSSI) (CERT GOUV FR ⁹) publie régulièrement plusieurs types d'information :

- ▶ Alertes de sécurité ;
- ▶ Rapports sur des menaces et incidents ;
- ▶ Avis de sécurité Indicateur de compromission ;
- ▶ Bulletins et notes d'information.

Les CERTs commerciaux

Fiche TECHNO : 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 ⁹ sur le site de l'ANSSI. Excellent sujet pour une fiche TECHNO .

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

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.

7.2 GERER les fragilités

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.

9. <https://www.cert.ssi.gouv.fr>



- ▶ 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 vera en outre que le scan de vulnérabilités n'est qu'un sous partie de l'évaluation des vulnérabilité.
- ▶ L'analyse des vulnérabilités est un processus de recherche ces fragilités et des scénario 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.

7.2.1 Processus de gestion des vulnérabilités

La gestion des vulnérabilités est un processus continu. Elle apparaît en 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 les mesures déployées.

ISO 27001

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



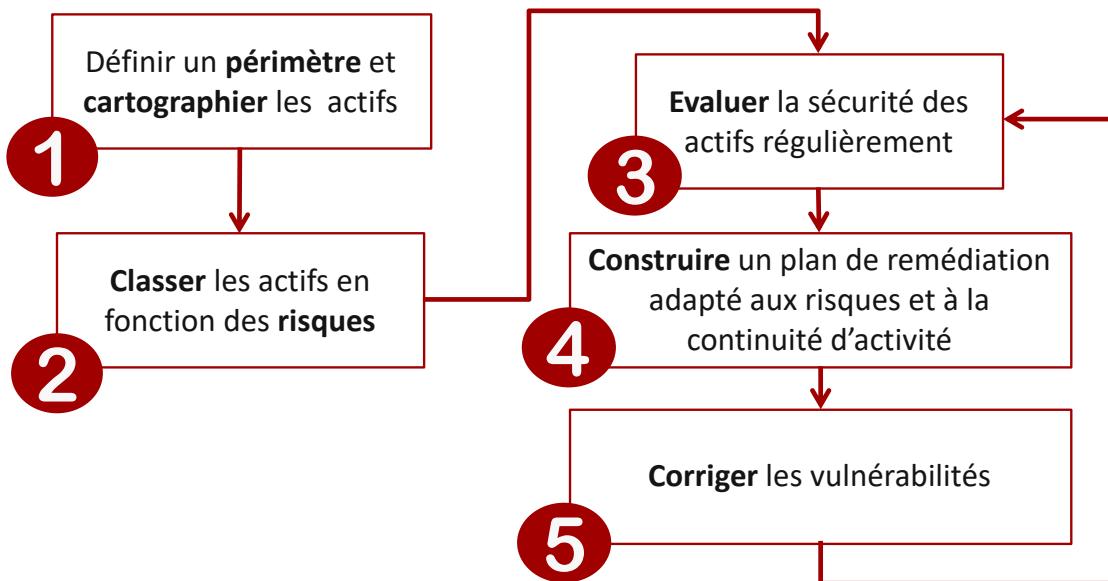


FIGURE 7.6 – La gestion des vulnérabilités

- ▶ 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 accéderait 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 de déconnecter ou pas un élément vulnérable du SI pendant la 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



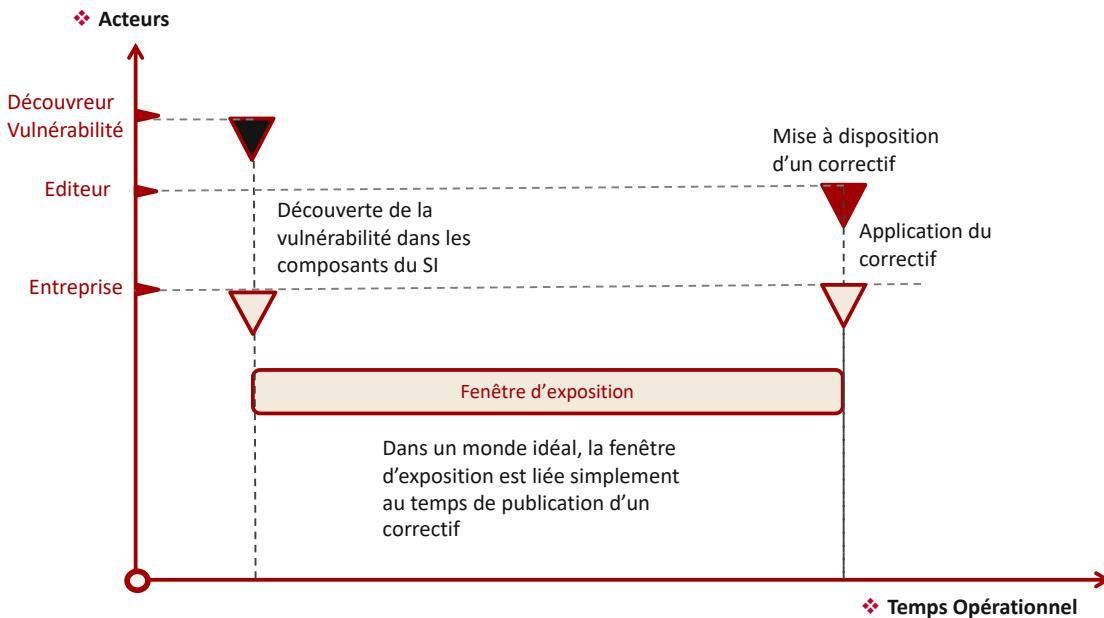


FIGURE 7.7 – Fenêtre d'exposition idéale

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 vulnérabilité 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)
- ▶ 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 renseignement (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'intérieur (detections, 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.



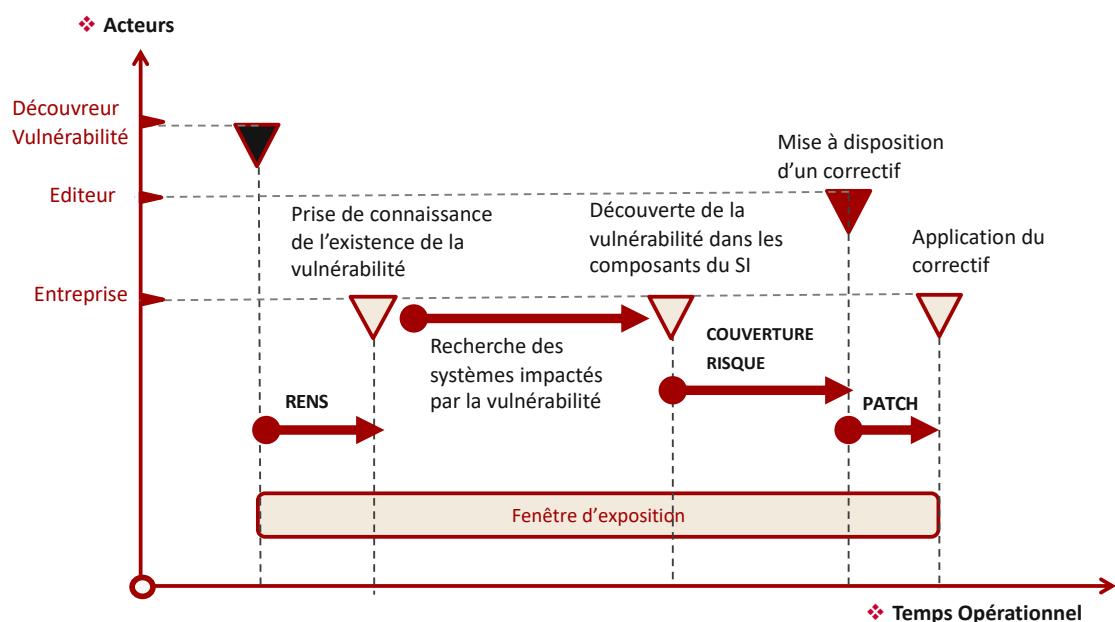


FIGURE 7.8 – Fenêtre d'exposition

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 continu.

Processus d'évaluation des vulnérabilités (Vulnerability Assessment)

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 ?..

7.2.2 Audit sécurité des vulnérabilités

Les audits de sécurité se conduisent souvent sur une base d'audit de vulnérabilités suivi de l'exploitation des 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.

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.



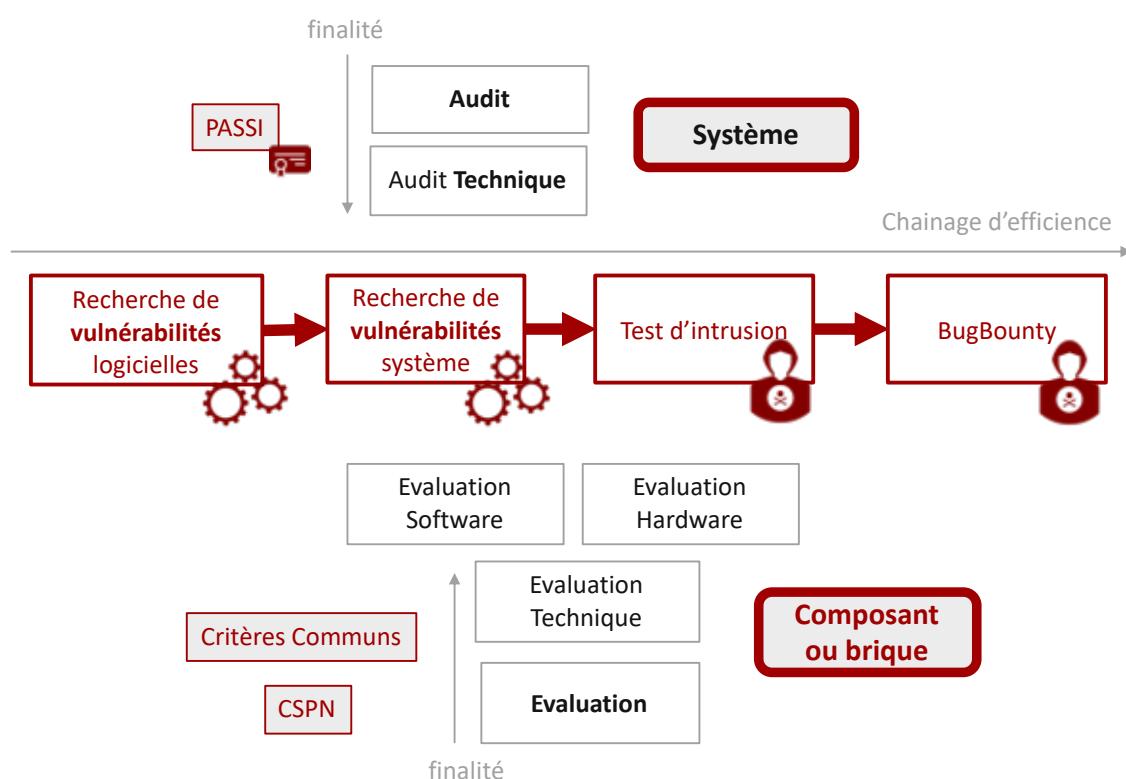


FIGURE 7.9 – Rechercher ses vulnérabilités



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.

7.2.3 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.

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 patchs. Elle permet à tout instant de revenir en arrière après installation d'un correctif ou de déterminer précisément où doivent être installés les patchs 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.

7.2.4 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 une fiche TECHNO .

7.3 RECHERCHER des vulnérabilités

7.3.1 Les tests d'intrusion

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

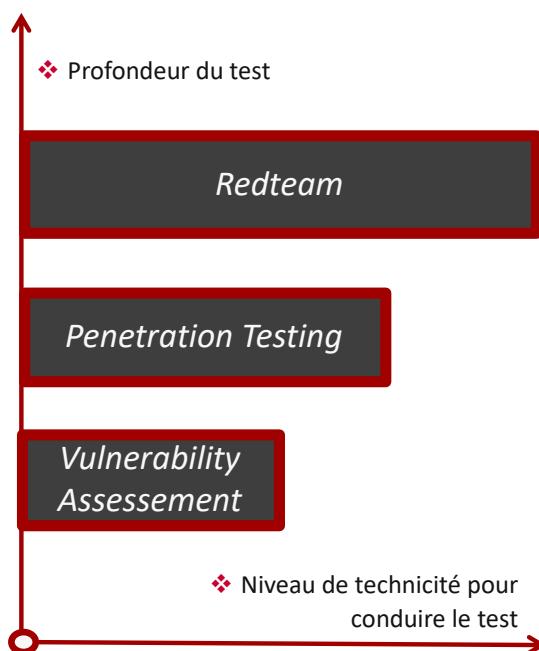


FIGURE 7.10 – Les types de tests de vulnérabilités

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

7.3.2 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 repré-



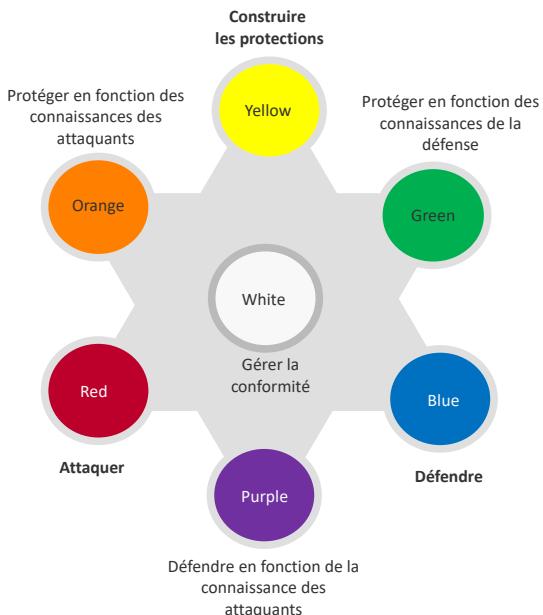


FIGURE 7.11 – Les branches du test

sentative du métier. Je vais donc faire rentrer cette activités 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.

7.3.3 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 bien 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).



7.3.4 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, AMOSSYS ...). 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

7.3.5 Certifications professionnelles

CEH ¹⁰ 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 ¹¹ 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 ¹² (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.

7.3.6 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 relavant d'un menacé 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.

7.3.7 Le Bug Bounty

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.

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

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

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



La question est de savoir où trouver ces chasseurs de rimes 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. Crée 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 récompense. Aujourd'hui des entreprises intermédiaires proposent de réunir tous les conditions pour réaliser ces chasses au bugs. Elles proposent des plateformes permettant de faire se croiser des « hackers » et des « éditeurs » autour de chasse au bugs / vulnérabilité.

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

7.3.8 Quelques entreprises

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

7.4 ANTICIPER et construire solide

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 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 coûteuse 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 auditive) afin d'y trouver des failles connues. Un scanner de vulnérabilités DAST est plus à même 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 phases de test et de production. Le terme APPSEC est souvent utilisé.



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

7.4.1 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 considèrent 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 corrélérer 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 intégré 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 cœur 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 ... ? Telles 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.

7.4.2 Veille et alerte sur les vulnérabilités

Abonnement au CERT

S'abonner à un Cert pour être informer 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 difficultés 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 de vulnérabilités.



8. Déetecter et alerter

8.1 GERER les menaces

Je vous propose d'aborder ce chapitre lié à la surveillance de l'évènement de sécurité avec les quelques points fondamentaux de la gestion de la menace. En effet nous partons du principe qu'au sein de périmètre de surveillance donné, la gestion de la menace peut s'organiser autour de la gestion des évènements à risques détectés dans ce périmètre.

Après quelques définitions et positionnement dans l'analyse de menace, de la supervision et de l'analyse comportementale nous aborderons donc les grandes fonctions nécessaire à la **détection** comme :

- ▶ **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 d'évoquer l'assurance sécurité des Logs (intégrité, horodatage, valeur probante ...)
- ▶ **COMPRENDRE - PREVOIR** : Avec le *Threat Management* : Veiller, surveiller la menace dans l'environnement digital de l'entreprises, modélisation de la menace et scénarios redoutés issus d'analyse de risque ;
- ▶ **DETECTER** : Surveiller le comportement des systèmes dans le périmètre défini, faire émerger les évènements, anomalies, incidents pouvant révéler une attaque en cours, une suspicion de compromission par des menaces avancées (APT), où des attaques furtives et discrètes. Nous aborderons l'outillage avec les SIEM et l'organisation avec les SOC ;
- ▶ **ALERTER** : mettre en place les mécanismes de remontée d'alerte et d'incident permettant de gérer les alertes adaptées au niveau d'impact d'une attaque.

Menaces=Veille et recherche : La gestion de la menace est au coeur des stratégies de cybersécurité.



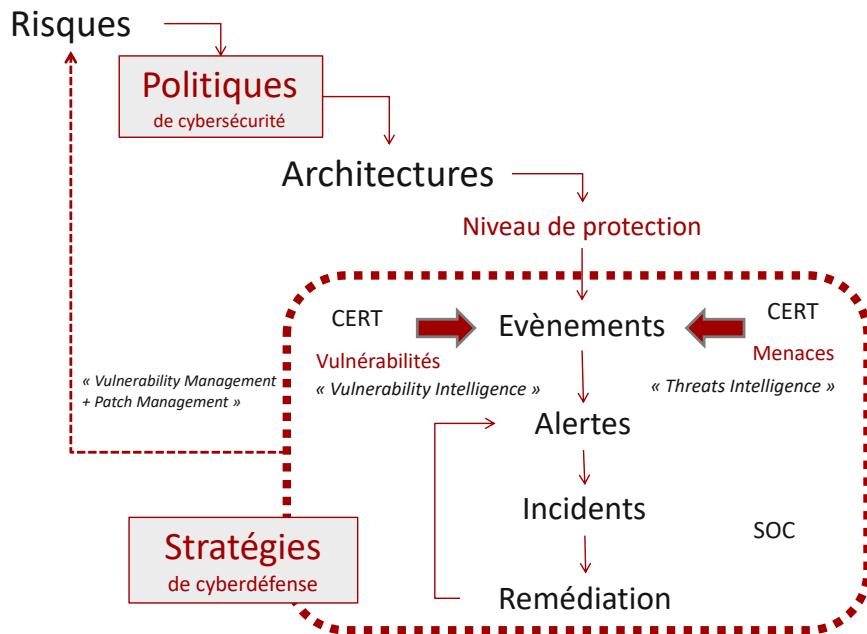


FIGURE 8.1 – Cycle de vie de gouvernance Cyberdef

fense de l'entreprise. Comme pour les vulnérabilités, c'est la connaissance des menaces, de leur recherche et de leur découverte qui permet de réduire les risques ;

Menaces=Évènements : La détection d'une vulnérabilité ou d'une menace est un évènement, la question est de savoir à quel moment il est important de déclencher un mécanisme d'alerte, et comment cette alerte va devenir un incident déclenchant des mécanismes de réponse (Voir Cycle de gouvernance fig. 8.1 page 112).

8.1.1 Modèles

Ce sont généralement les attaques externes et massives qui font l'actualité dans les médias. Un grand nombre de risques cyber quotidiens sont issus de l'intérieur même de l'entreprise . Des fuites de la part d'employés qui, de façon intentionnelle ou non, révèlent des mots de passe ou des informations sensibles. Une opération initiée par des acteurs internes malveillants (salariés, partenaires, clients) qui peuvent 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.

N'importe quelle entreprise est exposée au risque. De nos jours, les connexions diverses d'une entreprise représentent de nombreuses voies pour des attaques informatiques, qui ciblent souvent les petites entreprises afin d'accéder à des plus grands acteurs (partenaires, clients ou fournisseurs). Les grandes entreprises imposent de plus en plus souvent à leurs fournisseurs et partenaires, quelle que soit leur taille, de mettre en place des mesures de cybersécurité. Ceci est généralement structuré autour de plan d'assurance sécurité, annexé au contrat.

Les attaquants externes sont, certes, des menaces croissantes car elles recherchent sans cesse des failles de sécurité afin d'accéder à vos systèmes, mais les menaces internes ne sont pas à négliger sur le plan opérationnel. On verra d'ailleurs que pour couvrir ces menaces, la détection



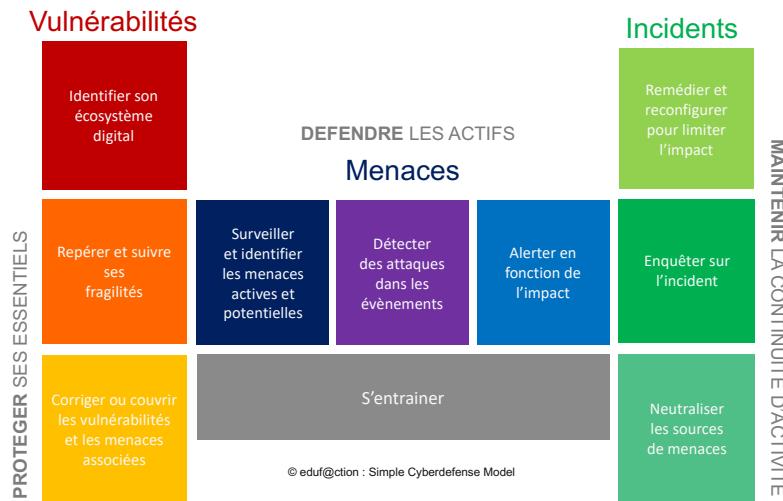


FIGURE 8.2 – Un modèle de gestion cyberdéfense

des évènements liés à des comportements de ses propres usagers ou salariés n'est pas chose facile (Législation sur le droit des correspondances, Commission Nationale Informatique et Liberté (CNIL)...).

Il est important toutefois de ne pas distinguer des dynamiques internes et externes en terme d'agression cyber, c'est pour cela que les modèles de Cyberdéfense ne formalisent que très peu cette notion de provenance de l'attaque.

En outre, sur le triptyque « Vulnérabilités, Menaces, Incidents » (Voir Modèle de cyberdéfense fig. 8.2 page 113), la notion d'attaque interne et/ou externe n'a de sens qu'au titre de la responsabilité du périmètre, car rien n'interdit de positionner des capteurs en dehors de son périmètre technique pour anticiper la menace. Ainsi, la veille sur internet, le renseignement cyber sont nécessairement équipés de capteurs pouvant faire remonter des événements dans des chaînes d'alertes Cyber. Par exemple, l'attaque d'une entreprise du même secteur peut être en soi un incident pouvant générer une alerte.

Si on se focalise sur la gestion de la menace, il existe de nombreuses manières de présenter ce processus. Un modèle (Voir Threat Management Cycle fig. 8.3 page 114) issu des travaux de l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN) est intéressant car il propose 4 axes d'analyses, toutefois Threat Mitigation et Threat Protection sont un peu ambiguës.

Je propose de continuer d'utiliser le modèle organiser autour de quatre volets (Surveiller, Déetecter, Alerter, s'entraîner) (Voir Défendre les actifs fig. 8.4 page 114) pour structurer la présentation.

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. L'exemple, le plus classique est celui d'un serveur WEB. Quand la charge sur les services est trop importante 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

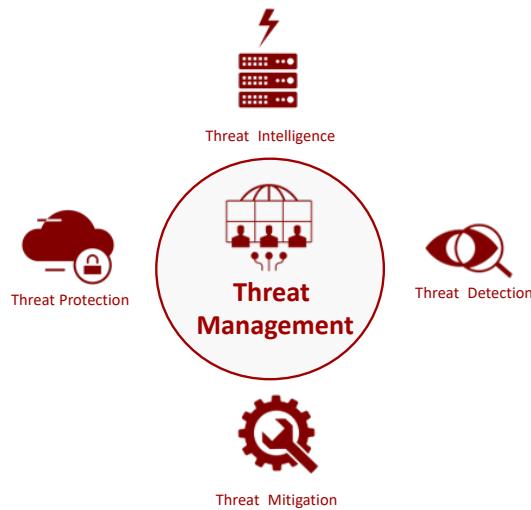


FIGURE 8.3 – les 4 axes de la gestion de la menace

un fichier sain (cheval de Troie), afin de contrôler des systèmes informatiques ou de s'emparer de données.

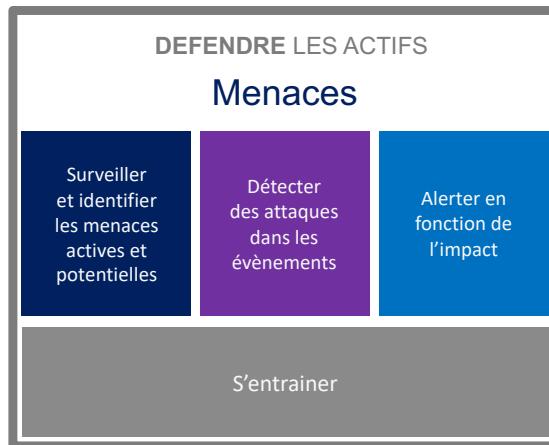


FIGURE 8.4 – la gestion active de la menace

- ▶ **Piratage.** Lorsque des acteurs externes exploitent des failles de sécurité afin de contrôler vos systèmes informatiques et voler des informations, en utilisant ou pas un code malveillant. Par exemple, un changement régulier des mots de passe et la mise à niveau des systèmes de sécurité est fondamentale pour limiter les impacts.
- ▶ **Hameçonnage** ou dévoiement. Tentative d'obtenir des informations sensibles en se faisant passer frauduleusement pour une entité digne de confiance. Le hameçonnage se fait généralement par e-mail, mais il ne faut pas oublier les SMS et les services utilisant du message (Webmail, mail intégré comme LinkedIn, ...),



C'est la combinaison d'actions élémentaires, d'attaques élémentaires qui font des scénarios de menaces.

Il est important aussi de repositionner la définition des menaces par rapport à la notion d'attaque, mais aussi la notion de risques et de vulnérabilités (Voir Cycle du risque fig. 8.5 page 115).

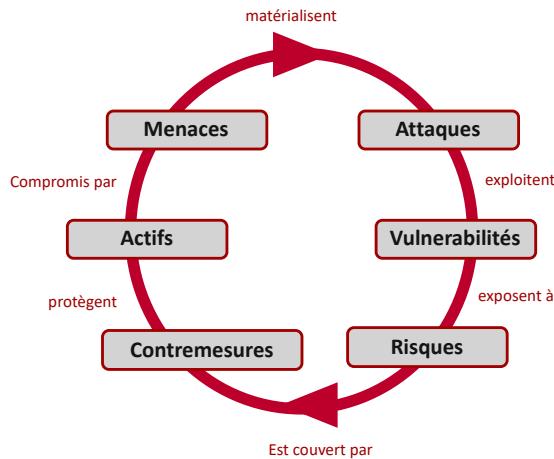


FIGURE 8.5 – la gestion de la menace

- ▶ Des attaques **matérialisent** des menaces,
- ▶ des menaces **exploitent** des vulnérabilités,
- ▶ des vulnérabilités **exposent** à des risques,
- ▶ des risques **sont convertis** par des contre-mesures,
- ▶ des **contre-mesures** protègent des actifs,
- ▶ des actifs **sont soumis** à des menaces.

Nous voyons donc ici qu'il est important de ne pas séparer en terme de gouvernance et de pilotage opérationnel de la sécurité la gestion des vulnérabilités, la gestion des menaces et la gestion des risques.

8.1.2 Les processus de gestion de la menace

Gérer la menace comporte deux donc 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. Pour automatiser la détection d'évènement, il donc imprimant de disposer de sources d'information de type « évènements » que des techniques historique informatiques et réseaux apportent grâce au *LOG Management* (gestion des traces et journaux). Les journaux informatiques des systèmes sont au coeur de la détection, mais il existe de nombreuses autres sources d'évènements (informations, renseignements) formalisées qui peuvent apporter de l'information pertinente pour la détection ou l'anticipation d'attaques.



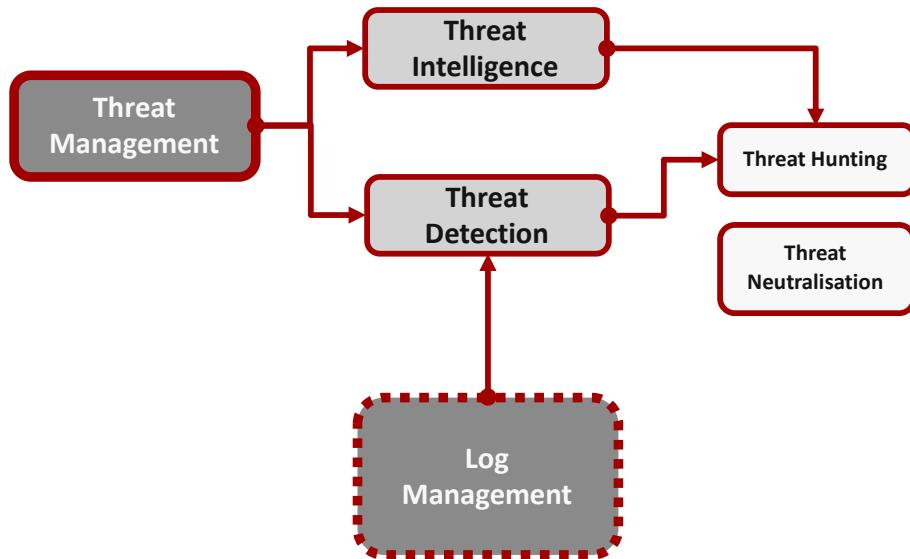


FIGURE 8.6 – la gestion de la menace

8.1.3 Détector, la surveillance du SI

« Détector oui, mais détector 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 à se poser est de définir ce qu’est un incident de sécurité pour l’entreprise. S’il est vrai qu’il existe un certain nombre de menaces « standard » que l’on considère très rapidement comme un incident, le déploiement d’outil de gestion d’incident de sécurité ne serait être limité qu’à cet usage standard.

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

Nous pouvons en effet considérer par exemple que la détection d’un rançon-logiciel dans l’entreprise est un incident complexe, qu’un IPS/IDS ne détecorera pas, qui va par ailleurs nécessiter une alerte et une remédiation rapide si ce n’est immédiate. Par ailleurs, une fuite d’information sur un système métier par des mécanismes discrets sera souvent étudiée spécifiquement. Globalement le déploiement d’une fonction d’alerte va nécessiter la définition des « menaces » redoutées par l’entreprise. Ces dernières sont généralement issues des analyses de risques. En effet, il est important au delà des menaces dites standards de revenir aux origines du déploiement des fonctions de sécurité qui sont de gérer et couvrir les risques.

En premier lieu, il convient de chercher à détecorer 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 événements redoutés vont donner les événements corrélés à détecorer. On y trouvera l’application concrète des arbres d’attaques popularisés par un des plus célèbre cyber expert Bruce Schneier^W (2) qui est présentée de manière succincte dans le chapitre Arbre d’attaques



8.1.4 Attaques

Le cycle de vie d'une cyber-attaque, qu'elle soit complexe ou sophistiquée, reste le même depuis des années. Elle se déroule en 3 étapes :

- ▶ la première : **la phase de reconnaissance**. Elle va permettre d'identifier sa cible et de rechercher l'ensemble des vulnérabilités. Contrairement à l'audit de sécurité, dans cette étape, l'assaillant n'a aucune contrainte de périmètre ni de cadre contractuel. Cette absence de contrainte va lui permettre d'exploiter tout type de vulnérabilité ;
- ▶ la seconde : **l'attaque elle-même**. Les attaques, aujourd'hui plus sophistiquées, permettent aux assaillants, une fois entré dans le système d'information de l'entreprise, d'effectuer diverses actions comme l'élévation de priviléges, la création d'une porte dérobée, la mise en sommeil des agents dormants et surtout l'effacement de toute trace de son passage ;
- ▶ la dernière : l'« atteinte de son objectif et l'action ». Cela peut se traduire par une simple perturbation des systèmes ou encore l'exfiltration d'informations sensibles dans le but d'actes de manipulation.

Ces mécanismes sont souvent modélisés sous la forme d'arbres d'attaques ou de scénario issus d'analyses de risques.

Arbre d'attaques

Déetecter 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 cœur 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 cœur 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 potentiels d'attaque des **critères communs** (Ensemble de normes ISO 15408^w)

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

- ▶ Nœud **disjonctif OR** : OU logique. Cela signifie que pour que le nœud soit réalisé, il faut qu'au moins un de ses fils soit réalisé.
- ▶ Nœud **conjunctif AND** : ET logique. Pour sa réalisation, il faut que l'ensemble de ses fils soit réalisé.
- ▶ Nœud **conjunctif 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^w, et Lockheed Martin^w 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 une fragilité potentielle en dépistant les phases de l'attaque, de la reconnaissance précoce à l'exfiltration des données. Ce modèle de chaîne 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.

Le déploiement d'une menace en 8 étapes

- ▶ **Phase 1 : Reconnaissance.** Comme dans un « casse » classique, 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 malwares (y compris les ransomwares, spywares et adwares) 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 priviléges.** 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 priviléges 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 Déni 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 quelque peu critiqué pour l'attention qu'il accorde à la sécurité périphérique et focalisé sur 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.

UBA : User Behavior Analytics

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. En effet, le volume d'activités suspectes, dont des faux positifs, inhérents aux outils de sécurité traditionnels sont très chronophage à surveiller et donc sources d'erreurs. Pour y pallier, les entreprises doivent être en mesure d'analyser le comportement des utilisateurs, souvent via des outils d'apprentissage automatique, afin de donner un sens aux informations remontées par la lecture des activités sur le réseau.

Cette analyse du comportement des utilisateurs (UBA : User Behavior Analytics) aide à comprendre et hiérarchiser les alertes filtrant celles qui sont suspectes en comparaison avec des comportements habituel des utilisateurs.

La surveillance des terminaux

La surveillance des terminaux (EndPoint) est aujourd'hui un point important dans le prise en charge de la menace du côté l'utilisateur (mais aussi serveurs)

Le terme « Endpoint (Threat) Detection and Response » (EDTR ou EDR). Un système EDR met l'accent sur la détection d'activités suspectes directement sur les hôtes de traitement du système d'information au delà de l'infrastructure.

8.1.5 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 dormantes 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 survieBilité, de déplacement des codes malveillants par exemple est la base de leur détection. Il est en 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.

8.1.6 Bases de connaissance et menaces

Sources identifiées menaçantes

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 des codes malveillants;
- ▶ des adresses IP ou des adresses de serveur Mail pour Spam.

En face, il y a des attaquants qui bien entendu vont changer leur position pour émettre ou attaquer d'ailleurs, ou avec une autre forme (furtivité). Ces bases d'informations peuvent donc devenir rapidement obsolètes. Ceci dénote l'importance de disposer de base de connaissance sur les sources de menaces à jour et en temps réel.

Cibles de menaces

Les cibles de menace peuvent être connues à un instant T. Ces cibles peuvent être sectorielles (Banques, sites étatiques ...).

Threat Intelligence Database

Dans la notion de partage de l'information sur la menace, le projet MISP¹ (Open Standards For Threat Information Sharing) fournit les modèles de données et des indicateurs.

Il ne faut pas oublier que les données dans ces bases peuvent être « éphémères ». (Adresse IP malveillante, machines infectées nettoyées...). Il est donc important de disposer de sources fiables et mise à jour en temps réel.

Fiche TECHNO : Bases de Threat Intelligence

Le marché des bases publiques et commerciales de *Threat Intelligence* est un sujet intéressant pour une fiche TECHNO. On peut rechercher les sources les plus pertinentes, celles qui fournissent des informations techniques pour les SIEM, celles spécialisées dans des menaces sectorielles ou technologiques ...

Exemple de TI

On peut donc trouver dans ces bases de threat intelligence des données du type suivant :

1. <https://www.misp-project.org>



Nom	Command&Control URL	HASH : sha256
caracal.raceinspace.astronaut	http://api.lulquid.xyz	f1d32c17a169574369088...
com.caracal.cooking	http://api.namekitchen9.xyz/api/subscription	46e41ef7673e34ef72fb3a9718...
com.leo.letmego	http://api.leopardus.xyz/api/subscription	b21cb5ebfb692a2db1c5cbbc20e00d90a...
com.caculator.biscuitent	http://api.lulquid.xyz	734418efafdf312e9b3e96adaac6f86cc1a...
com.pantanal.aquawar	http://api.pantanal.xyz	8fec77c47421222cc754b32c60794e...
com.pantanal.dressup	http://api.pantanal.xyz	64e2c905bccef400e861469e114bf...
inferno.me.translator	http://api.molatecta.icu	ebe3546208fd32d3f6a9e5daf21a7240...
translate.travel.map	http://api.nhudomainuonq.xyz	f805e128b9d686170f51b1add35...
travel.withu.translate	http://api.molatecta.icu	b7670b5d9a6643a54b800b4c...
allday.a24h.translate	http://api.royalchowstudio.xyz	29f2fd6ccf0f632e45dd1f15ec72985...
banz.stickman.runner.parkour	http://api.lulquid.xyz/api/	e1027b6681e93d9763f19ea7e5ab2...

TABLE 8.1 – Exemple de données de TI (Threat Intelligence)

avec le nom du package malveillant, l'url du centre de commande et de contrôle, et le Hash (empreinte) permettant de rechercher le fichier dans les données d'un système.

8.2 ANTICIPER les menaces

8.2.1 Surveiller et anticiper : Cyber-Threat Intelligence (CTI)

Une menace informatique ou cyber se matérialise par la combinaison de trois facteurs :

- ▶ une intention de nuire,
- ▶ une capacité d'attaque et
- ▶ une opportunité à exploiter, c'est-à-dire une vulnérabilité de nature technique ou humaine.

Les motivations sont différentes et susceptibles de cibler tous types d'organisations : des hacktivistes poussés par une idéologie, les cybercriminels motivés par l'appât du gain ou des groupes sponsorisés par un État. On peut se référer à des origines d'APT (Mitre)  avec les groupes à l'origine de ces menaces.

La «threat intelligence» est un service de renseignement concernant les cyber-menaces. Les solutions SIEM par exemple, possèdent leurs propres sources, il n'y a pas que les SIEM qui peuvent utiliser ces sources, il est possible de connecter de nombreux outils de détections à d'autres sources externes de «threat intelligence». De manière non exhaustive un service de «threat intelligence» fournit des éléments comme :

- ▶ **Malicious / Phishing IP / URL** : une liste d'URL utilisée pour délivrer un fichier malicieux ou procéder à une attaque par hameçonnage;
- ▶ **Botnet C&C URL** : une liste d'URL utilisée pour héberger des serveurs de commande et contrôle de logiciel malveillant ou de réseaux de machine zombie;
- ▶ **Malicious Hash** : liste d'empreintes de logiciels malveillants connus et ayant déjà été analysés;
- ▶ **IP Reputation** : liste d'adresses IP suspectées dans des attaques informatiques ou en lien avec une cyber-menace (pouvant être utilisée en Black List sur les systèmes de filtrage, comme historiquement).

2. <https://attack.mitre.org/groups/>



La Cyber Threat Intelligence est une activité possédant un double objectif : l'étude et la surveillance de ces cybermenaces. Pour ce faire, la majorité des fournisseurs de flux d'information de type CTI se basent sur deux approches :

- ▶ La première approche est l'analyse des attaques passées qui permet de caractériser ces dernières par ces marqueurs techniques. Le but pour le défenseur est de se prémunir et de bloquer au plus vite une campagne qui se renouvellerait via l'utilisation de ces marqueurs techniques. (Voir MISP)
- ▶ La deuxième approche est la surveillance directe des attaquants. L'objectif est de se placer en amont d'une attaque et de détecter des éléments permettant d'identifier sa préparation (en sources ouverts, ou en infiltration dans le darkweb) : émergence de signaux faibles, objectifs, mode opératoire, capacités, organisation de l'attaque. Cette approche nécessite un dynamique d'anticipation face à ces menaces,

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 pourrait 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.

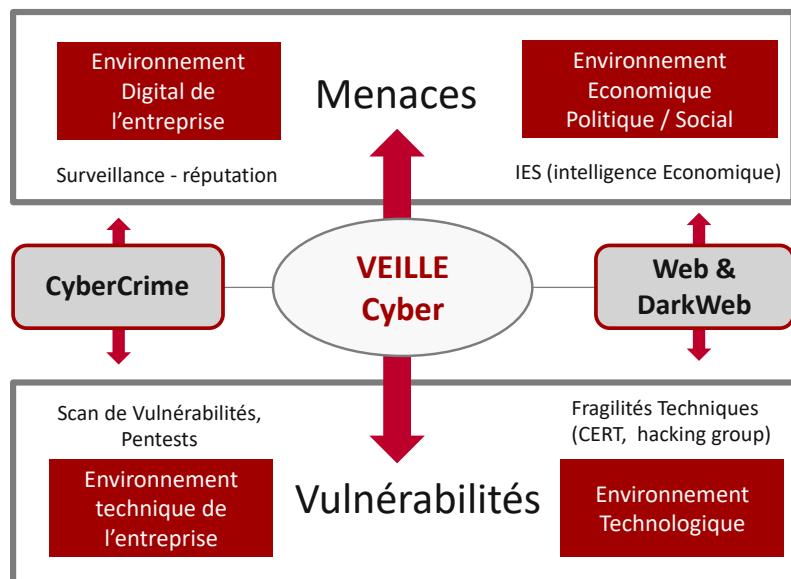


FIGURE 8.7 – Veille cyber, une veille sur les risques

Veiller et surveiller les menaces, détecter les attaques nécessite d'analyser deux axes :



- ▶ Les menaces génériques, ou ciblant un domaine particulier (Santé, Industrie, Banque ...) que l'on trouve généralement en utilisant des technologies de « threat Intelligence »;
- ▶ 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. « threat Detection, Hunting ... »

et ceci de deux manières :

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

Ce sont des sujets que nous aborderons dans le processus de gestion de la menace. La surveillance des menaces génériques relève d'action de veille comme cela est fait pour les vulnérabilités. Les scénarios de message sont vus comme des éléments de signature d'une attaque ou d'une tentative ou de préparation d'attaque.

Je vous propose de présenter la gestion de la menace sous la forme de ces trois thèmes ((Voir Gestion de la menace fig. 8.6 page 116)).

- ▶ Log Management;
- ▶ Threat Detection;
- ▶ et en dernier lieu des éléments Threat Intelligence (au sens renseignement);

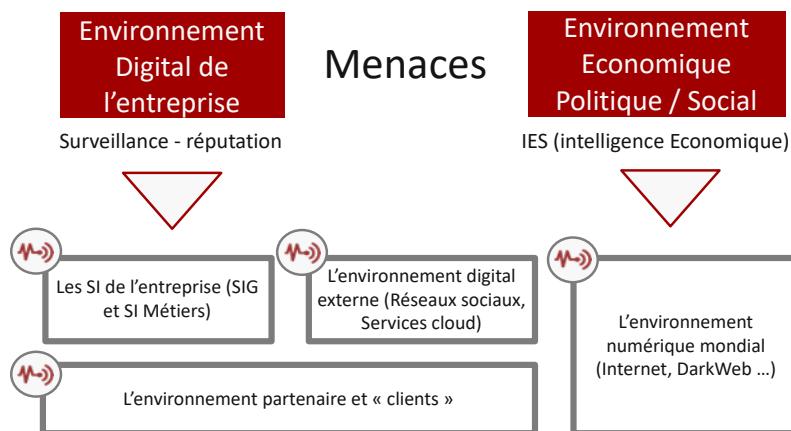


FIGURE 8.8 – Les sources

Quelques producteurs de CTI

FireEye	 FireEye Threat Intelligence propose une approche multicouches pour intégrer la CTI à une infrastructure de sécurité liée à du renseignement technique et stratégique.
---------	---



- ❖ Classe : CTI, Site de référence : [FireEye](https://www.fireeye.fr/solutions/cyber-threat-intelligence.html)³
 ❖ Editeur : FireEye ☺ Analyste : eduf@ction

Quelques outils de CTI

MISP



Une plateforme de renseignement sur les menaces pour partager, stocker et corrélérer les indicateurs de compromissions et d'attaques ciblées, des renseignements sur les menaces, des informations sur la fraude financière, des informations sur la vulnérabilité ou même des informations contre le terrorisme. Pour stocker, partager, collaborer sur les indicateurs de cybersécurité, l'analyse des logiciels malveillants, mais aussi pour utiliser les IoC et les informations pour détecter et prévenir les attaques, les fraudes ou les menaces contre les infrastructures TIC, les organisations ou les personnes

- ❖ Classe : CTI, Site de référence : [MISP](https://www.misp-project.org)⁴
 ❖ Editeur : MISP ☺ Analyste : eduf@ction

OpenCTI



Le projet OpenCTI (Open Cyber Threat Intelligence), développé par l'ANSSI en partenariat avec le CERT-EU, est un outil de gestion et de partage de la connaissance en matière d'analyse de la cybermenace (Threat Intelligence). Initialement conçu pour structurer les informations de l'agence relatives à la menace informatique, la plateforme facilite aussi les interactions entre l'ANSSI et ses partenaires. L'outil, intégralement libre, est aujourd'hui disponible à l'usage de l'ensemble des acteurs de la « threat intelligence ». L'application leur permettra ainsi de stocker, organiser, visualiser et partager leurs propres connaissances en la matière.

- ❖ Classe : CTI, Site de référence : [OpenCTI](https://www.ssi.gouv.fr/actualite/opencti-la-solution-libre-pour-traiter-et-partager-la-connaissance-de-la-cybermenace)⁵
 ❖ Editeur : OpenCTI ☺ Analyste : eduf@ction

8.2.2 Les surveillances

Surveillance de la compromission

Un des domaines 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.

Ce domaine, dénommé par certains « Leak Intelligence » ou « Leak Management », correspond à

3. <https://www.fireeye.fr/solutions/cyber-threat-intelligence.html>

4. <https://www.misp-project.org>

5. <https://www.ssi.gouv.fr/actualite/opencti-la-solution-libre-pour-traiter-et-partager-la-connaissance-de-la-cybermenace>



la gestion des fuites de données, au sens de leur détection et la recherche de « la source » de fuite. C'est souvent dans cette dynamique de découverte d'information « interne » dans des espaces « malveillants » ou pas que l'on découvre des compromissions techniques ou non techniques issues d'attaques.

La compromission la plus connue reste encore de nos jours la fuite du couple Utilisateur/mot de passe sur des sites hackés. Il existe des bases de données publiques qui publient ces données « compromises » comme par exemple : Have i been pwned ⁶, qui permettent à partir d'une adresse mail ayant servi d'identifiant de savoir si on a été compromis sur un site qui aurait été piraté.

Surveillance des fragilités

Comme nous l'avons vu dans le chapitre sur les vulnérabilités, des « scans » de vulnérabilités sur des plages d'IP de l'entreprise permet de déterminer les fragilités de services ouverts ou accessibles. Généralement organisées dans une dynamique d'audit, ces évaluations de sécurité sont conduites avec un cadre contractuel et légal. Il existe pourtant des entreprises qui fournissent des informations de fragilités sur des entreprises ou des plages d'IP. On trouvera par exemple sur le site de SHODAN ⁷ des informations intéressantes (et payantes) sur des fragilités de systèmes dont une grande partie de systèmes d'objets connectés.

Fiche TECHNO : Base de données de fragilités publiques

Les techniques et les sites qui proposent des outils ou l'accès à des bases de données de « sites » vulnérables. C'est un sujet intéressant pour une fiche TECHNO de synthèse sur ce qui existe sur le marché.

Oval

MITRE

De portée OVAL® International et gratuit pour un usage public, OVAL est un effort de la communauté de la sécurité de l'information pour normaliser la façon d'évaluer et de rendre compte de l'état de la machine des systèmes informatiques. OVAL comprend un langage pour coder les détails du système et un assortiment de référentiels de contenu détenus dans toute la communauté.

Les outils et services qui utilisent OVAL pour les trois étapes de l'évaluation du système - représenter les informations système, exprimer des états spécifiques de la machine et rendre compte des résultats d'une évaluation - fournissent aux entreprises des informations précises, cohérentes et exploitables afin qu'elles puissent améliorer leur sécurité. L'utilisation d'OVAL fournit également des mesures d'assurance de l'information fiables et reproductibles et permet l'interopérabilité et l'automatisation entre les outils et services de sécurité.

 Classe : VMT, Site de référence : [Oval](#) ⁸

6. <https://haveibeenpwned.com>

7. <https://www.shodan.io>

8. <https://oval.mitre.org>



Editeur : Mitre Org Analyste : eduf@ction

OpenSCAP



Common Vulnerabilities and Exposures ou CVE est un dictionnaire des informations publiques relatives aux vulnérabilités de sécurité. Le dictionnaire est maintenu par l'organisme MITRE, soutenu par le département de la Sécurité intérieure des États-Unis.

Classe : VMT, Site de référence : [OpenSCAP](#)⁹

Editeur : Mitre Org Analyste : eduf@ction

Les approches des analyses du renseignement peuvent se classer à différents niveaux :

- ▶ **Niveau Stratégique** : ce sont en général des analyses de très haut niveau mais peu techniques et destinées à des décideurs. Cela peut-être par exemple des rapports d'analyses géopolitiques sur des adversaires qui ciblent un secteur donné.
- ▶ **Niveau Tactique** : ce sont souvent des documents qui donnent des informations sur les outils et méthodologies utilisés par les menaces (analyse de malware, contournement d'anti-virus, outils utilisés pour mener des attaques DDoS, etc.).
- ▶ **Niveau Opérationnel** : l'objectif est d'anticiper l'attaque en étant au plus près de l'attaquant (Ecoute, infiltration des hacktivistes, cybercriminels ...).
- ▶ **Niveau Technique** : il est composé d'indicateurs de compromission (IPs, URLs, noms de domaine, listes de hashs, etc.) qui permettent d'identifier et donc de bloquer directement une attaque.

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'un préparation d'un évènement « cyber » qui pourrait toucher l'entreprise.

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

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

- ▶ La surveillance classique du web de type « cybervieille », qui permet de découvrir des éléments compromis appartenant à l'entreprise (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.

9. <https://oval.mitre.org>



Que faire des ces informations

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

8.2.3 de l'outillage sur la menace

la gestion des menaces CTI

Le projet OpenCTI (Open Cyber Threat Intelligence), développé par l'ANSSI en partenariat avec le CERT-EU, est un outil de gestion et de partage de la connaissance en matière d'analyse de la cybermenace (Threat Intelligence). Initialement conçue pour structurer les informations de l'agence relatives à la menace informatique, la plateforme facilite aussi les interactions entre l'ANSSI et ses partenaires.

L'outil, intégralement libre, est disponible à l'usage de l'ensemble des acteurs de la « threat intelligence ». L'application permet ainsi de stocker, organiser, visualiser et partager leurs propres connaissances en la matière. L'outil est structuré autour de des méodèle de description STIX 2 et utilise un base hypergraphe.

Le projet OpenCTI ¹⁰ a été initié en septembre 2018 par l'ANSSI et co-développé avec le CERT-EU en l'absence de solutions complètement appropriées pour structurer, stocker, organiser, visualiser et partager la connaissance de l'ANSSI en matière de cybermenace, à tous les niveaux.

OpenCTI peut être vu comme un premier outil au centre d'un « fusion center ».

OpenCTI



Le projet OpenCTI (Open Cyber Threat Intelligence), développé par l'ANSSI en partenariat avec le CERT-EU, est un outil de gestion et de partage de la connaissance en matière d'analyse de la cybermenace (Threat Intelligence). Initialement conçu pour structurer les informations de l'agence relatives à la menace informatique, la plateforme facilite aussi les interactions entre l'ANSSI et ses partenaires. L'outil, intégralement libre, est aujourd'hui disponible à l'usage de l'ensemble des acteurs de la « threat intelligence ». L'application leur permettra ainsi de stocker, organiser, visualiser et partager leurs propres connaissances en la matière.

Classe : CTI, Site de référence : [OpenCTI](#)¹¹

Editeur : [OpenCTI](#) Analyste : eduf@ction

STIX et TAXII

Les **modélisations** des attaques est un large champs de recherche et d'outillage, elles sont au coeur de la compréhension des attaques mais surtout au coeur de la détection de celle-ci. Juste à titre d'illustration, nous pouvons parler d'un modèle comme STIX™ (Structured Threat Information Expression) langage et format de donnée permettant de modéliser et échanger des informations

10. <https://www.ssi.gouv.fr/actualite/opencti-la-solution-libre-pour-traiter-et-partager-la-connaissance-de-la-cybermenace>
11. <https://www.ssi.gouv.fr/actualite/opencti-la-solution-libre-pour-traiter-et-partager-la-connaissance-de-la-cybermenace>



techniques sur les processus d'attaque cyber. Je vous propose d'explorer pour cela sur le site STIX sur GitHub ↗¹².

Le premier type de standard à avoir été proposé est le format de modélisation des informations. L'objectif est qu'un émetteur puisse communiquer à l'ensemble de ses destinataires les données collectées à partir d'un support et dans un format défini. Le plus connu d'entre eux, OpenIOC, standard historique créé par l'ex société MANDIANT pour échanger des IOC. À la base, OpenIOC est un format (en XML) utilisé par les outils de la société mais qui a été rendu open-source pour permettre un usage par tous. Un fichier OpenIOC décrit les symptômes à rechercher pour identifier une menace. D'autres formats comme SNORT ou encore YARA qui se focalise sur les caractéristiques intrinsèques d'un fichier et est particulièrement pertinent pour identifier des souches de familles de code malveillant. Ces formats de modélisation rencontrent cependant des limites car centrés sur l'événement et n'offre pas de vision globale de la cybermenace à l'origine de l'attaque. STIX (Structured Threat Information Expression) et TAXII (Trusted Automated eXchange of Indicator Information), et auparavant CybOX (Cyber Observable eXpression), ont été développés dès 2012 aux États-Unis par le CERT-US (United States Computer Emergency Readiness Team) du Department of Homeland Security puis repris par les organisations MITRE et OASIS. Ces langages tentent de combler les lacunes.

STIX est un langage normalisé et structuré permettant de représenter les informations sur les menaces cyber, et en particulier des indicateurs de compromission (IOC) issu des analyse de Cyber Threat Intelligence (CTI).

TAXII est quand à lui un protocole conçu pour améliorer la qualité des échanges des informations de type CTI, formatées dans le langage STIX.

Les utilisateurs STIX peuvent en particulier décrire et modéliser les concepts :

- ▶ **Attack Pattern** : mode opératoire de l'attaquant;
- ▶ **Threat Actor** : individus, groupes ou organisations agissant avec une intention malveillante;
- ▶ **Malware** : logiciel malveillant utilisé pour compromettre la confidentialité, l'intégrité ou la disponibilité du système d'information de la cible (voir VirusTotal ↗¹³);
- ▶ **Tool** : logiciel légitime utilisé par les cyber-menaces dans le cadre de leurs attaques;
- ▶ **Vulnerability** : vulnérabilité présente dans un logiciel qui est exploitée directement par un attaquant afin de compromettre un système d'information;
- ▶ **Indicator** : indicateur utilisé pour détecter et bloquer une activité suspecte ou malveillante sur le système d'information.

MISP

La distribution d'informations caractérisant les attaques nécessite au delà de la modélisation des attaques des indicateurs des IOC (*Indice of compromise*) facilement détectables dans les plateformes techniques de détection que nous verront par la suite.

MISP (Malware Information Sharing Platform and Threat Sharing) est une solution open-source permettant la collecte, le stockage, la distribution et le partage d'IOC liés aux malware. Cet outil

12. <https://oasis-open.github.io/cti-documentation/>

13. <https://www.virustotal.com/gui/>



permet à divers organismes de partager les indicateurs de compromission identifiés lors des activités de SOC et campagnes de réponses à incidents (CERT et CSIRT). D'un point de vue technique, MISP est une plateforme d'échange d'IOC où chaque acteur peut entrer et organiser ses IOC afin de les publier pour les partager aux autres acteurs présents sur ce portail. MISP fournit des fonctionnalités pour faciliter les échanges d'informations, mais aussi l'intégration de l'information par les IDS (Intrusion Detection System) et les outils de défense comme ceux d'analyse de logs et les SIEMs (Security Information and Event Management).

Vérifier une donnée par rapport à de la CTI

Disposer de Treat Intelligence donc de renseignement est complémentaire de la connaissance des scénario issus des analyses de risques, mais enrichissent aussi les analyses de risques par les modèles d'attaques existants.

- ▶ Tester un fichier, une url (**Malveillance**) : VirusTotal ¹⁴ ;
- ▶ Tester une adresse email (**Compromission**) : haveibeenpwned ¹⁵ ;
- ▶ Tester sans action une adresse IP publique ou un domaine (**Vulnérabilités Internet**) : Shodan ¹⁶ ;

8.3 DETECTER les attaques

La détection et la surveillance de système d'information d'entreprise, passent souvent pas l'utilisation des informations qui remontent déjà des services de protections périphériques comme les Firewall (Réseau, Web application...), proxy, routeurs, IPS/IDS. Tous les équipements de sécurité installés sur un environnement sont des sources d'évènements qui permettent pour peu qu'elles soient analysés, de détecter des attaques ou le déploiement de menaces variées (comportements déviants, flux d'APT, flux de scans, ...) Ces sources peuvent être complétées par tout équipement ou système produisant des journaux d'activité (LOGs).

Par ailleurs, certains équipement dédiés de « surveillance » appelés « sondes » sont aussi aptes à remonter des évènements de détection sur la base de « signatures » ou « algorithmie » dont des IOC (« indice of compromission »).

Fiche TECHNO : Sondes souveraines

La Loi de Programmation Militaire (LMP) appelle les OIV à s'équiper de sondes dites souveraines, qualifiées par l'ANSSI et disposant d'un niveau de sécurisation élevé. C'est un sujet technique intéressant pour une fiche TECHNO .

Dans cette partie nous allons traiter donc de la détection de menaces sur la base de différentes techniques de détections et de surveillance :

- ▶ Logs et sources d'évènements ;
- ▶ Corrélation d'évènement avec les SIEM ;

14. <https://www.virustotal.com/gui/>

15. <https://haveibeenpwned.com>

16. <https://www.shodan.io>



- ▶ Évènements provenant des terminaux.

et nous explorerons quelques éléments d'organisation autour de la détection et de la surveillance.

8.3.1 Log Management

Traces, journaux, logs

Dans le domaine informatique et télécom, le terme log (ou ses synonymes traces, journaux) est généralement un fichier, une base de données ou tout autre moyen de stocker des informations. On parle donc de 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.

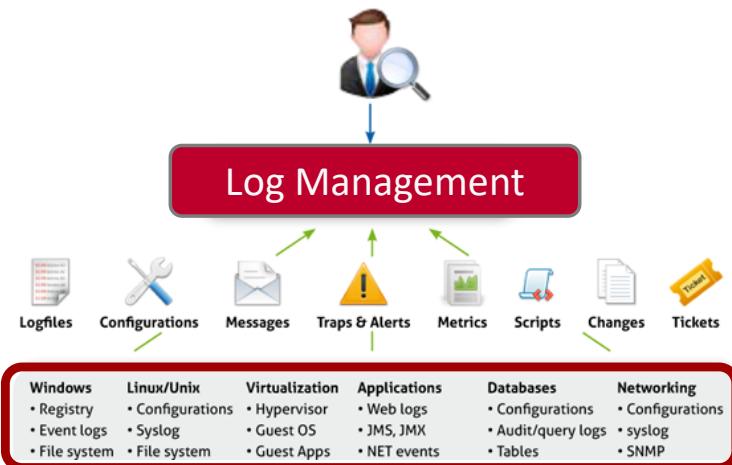


FIGURE 8.9 – Sources de log

Vous trouverez des éléments très intéressants dans le Guide LOG MANAGEMENT ↗¹⁷ édité par NetIQ.

Dans notre cas d'usage, les log sont les éléments techniques bruts d'un capteur d'événements. L'objectif est d'assurer que l'ensemble des journaux d'évènements contiennent suffisamment d'information pour assurer des corrélations permettant constituer des signatures d'attaques.

17. https://www.microfocus.com/media/white-paper/the_complete_guide_to_log_and_event_management_wp_fr.pdf



Sources choisies des logs

Pour détecter des attaques en temps réel, il faut disposer des informations caractéristiques de ces attaques captées dans le système d'information. Cela nécessite donc de sélectionner les bonnes sources (équipements réseaux, ou informatiques), les bons journaux, les bonnes traces dans ces journaux. Ces choix sont donc primordiaux. Pour faire ces choix, il est nécessaire de connaître la capacité des équipements et des systèmes logiciels de générer ces traces. Au cœur de ces évènements il sera alors possible par corrélation de détecter des scénarios complexes d'attaques

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

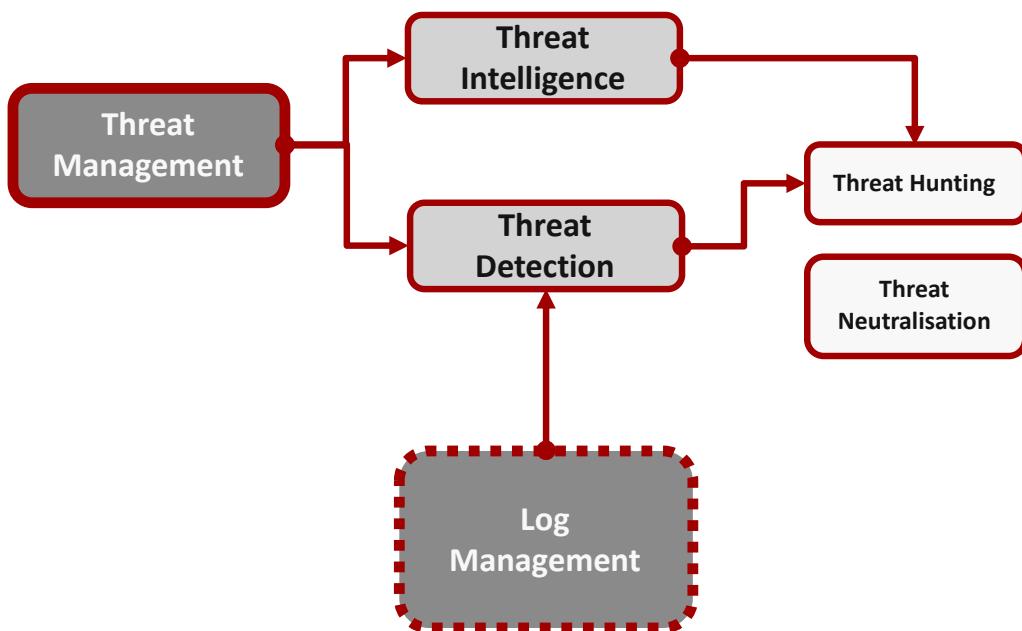


FIGURE 8.10 – Les logs au cœur de la détection

L'exploitation de ces traces est souvent complexe car chaque équipements dispose de ses propres fonctions de gestion des traces, avec encore dans de nombreux cas un format d'enregistrement et de stockage propriétaire. Il faut consulter ces logs équipements par équipements. Heureusement, il existe des outils qui permettent de centraliser et de « normaliser » ces traces.

On peut citer par exemple, SYSLOG, qui par ailleurs n'est pas le seul type d'outil pour assurer la collecte et la normalisation des traces. SYSLOG reste pourtant un outil de référence dans les architectures de collecte.



Services et protocole SYSLOG

Le protocole Syslog est un protocole réseau qui permet de transporter les messages de journalisation générés par les applications vers une machine hébergeant un serveur Syslog.

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 (serveur syslog) qui va le conserver dans une base de données.

Le protocole Syslog est structuré autour de la notion de périphérique, de relais et de collecteur dans une architecture Syslog.

- ▶ Un **périphérique** est une machine ou une application qui génère des messages Syslog ;
- ▶ Un **relais** est une machine ou une application qui reçoit des messages Syslog et les retransmet à une autre machine ;
- ▶ Un **collecteur** est une machine ou une application qui reçoit des messages Syslog mais qui ne les retransmet pas.

Tout périphérique ou relais sera vu comme un émetteur lorsqu'il envoie un message Syslog et tout relais ou collecteur sera vu comme un récepteur lorsqu'il reçoit un message Syslog.

L'intérêt d'un serveur/collecteur Syslog 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. On trouvera par exemple, sur le site homputersecurity.com ↗¹⁸ des éléments pour déployer un serveur SYSLOG, et une description détaillée sur le site Developpez.com ↗¹⁹.

L'usage des LOGs

Dans un usage de cybersécurité, les traces, journaux et logs informatiques et réseaux structurent les sources d'évènements et de stockages des informations. Ils sont donc :

- ▶ Un outil indispensable au processus de **détection de menace**. La gestion des logs (ou d'événements) s'avère en effet un outil primordial pour les 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, à 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 police. 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)

Evidemment, un outil de gestion de LOG ne serait à lui seul et sans fonction de corrélation avoir la capacité de détecter des évènements liés entre eux.

18. <https://homputersecurity.com/2018/03/01/comment-mettre-en-place-un-serveur-syslog/>

19. <https://ram-0000.developpez.com/tutoriels/reseau/Syslog/>



Fiche TECHNO : Syslog et cybersécurité

L'environnement SYSLOG possède une richesse fonctionnelle qui nécessiterait une présentation détaillée pour en appréhender les capacités et la puissance d'usage. C'est un sujet pour une fiche TECHNO de référence. Il existe de nombreuses documentations sur internet, toutefois une présentation détaillée d'une architecture SYSLOG pour un usage de cybersécurité est sujet à explorer.

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 ces 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.

Outils d'analyses

Après avoir **collectés, stockés** des événements dans un format compréhensible (structuré ou non), il est nécessaire de disposer d'outils de recherche et d'analyses de ces logs. Il existe de nombreux outils dont beaucoup de codes open source pour ce faire.

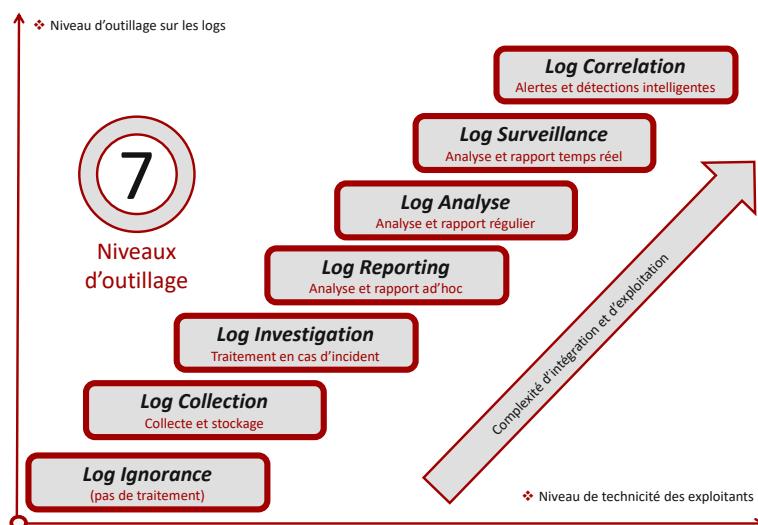


FIGURE 8.11 – Les niveaux d'outilage



Nous pouvons citer par exemple Graylog²⁰ basé sur MongoDB pour la gestion des métadonnées et Elasticsearch pour le stockage des logs et la recherche textuelle. Graylog permet de mieux comprendre l'utilisation d'un système d'information tant dans l'amélioration la sécurité (comportements, évènements à risques, indicateurs de compromission (IOC)) que dans l'usage des applications et services.

Fiche TECHNO : Analyse de logs

Les outils d'indexation et d'analyse de logs sont nombreux et chacun possède des avantages et des inconvénients, des facilités d'usage de déploiement et des fonctionnalités différentes. C'est un sujet de réalisation pour une fiche TECHNO

soar

8.3.2 SIEM, une technologie

SIEM et Logs

Puisque nous disposons maintenant d'une capacité de capter de l'information pertinente pour détecter des attaques, que nous avons une architecture de collecte, ainsi qu'une architecture de stockage et de filtrage, nous pouvons injecter des informations dans des outils de recherche et de corrélation d'attaque. Ceci pour peu que l'architecture et les outillages puissent suivre la charge d'analyse en temps réel.

Il ne faudra pas aussi oublier que les traces informatiques et réseaux ne sont pas les seules sources d'information nécessaires à la détection d'attaques (en temps réel ou différé), il faut aussi connecter des sources de menaces :

- ▶ **Threat Intelligence Database** : IOC et identifiants des sources malveillantes (IP, noms de domaine, serveur mail ...)
- ▶ **Leak** : Fuite de données détectés par la surveillance du Web et du Darknet.

Un peu d'histoire

Le SIEM (*Security Information and Event Management*) est aujourd'hui l'aboutissement d'un voeu très ancien des responsables sécurité qui supervisent depuis bien des décennies des systèmes de contrôle périphérique : Corréler tous les évènements de fonctionnement sur l'ensemble des équipements.

Le SIEM se définit donc comme la collecte, la surveillance, la corrélation et l'analyse en temps réel d'événements fonctionnels et techniques provenant de sources disparates. Les solutions SIEM d'aujourd'hui permettent à l'entreprise de réagir rapidement et avec suffisamment de traçabilité et d'éléments techniques pour accélérer l'analyse et la réponse à incident. Une solution SIEM assure la gestion, l'intégration, la corrélation et l'analyse généralement en seul lieu, ce qui facilite la surveillance et la résolution des problèmes des infrastructures hétérogènes, complexes et distantes. Sans ce type d'outil, un analyste de sécurité doit passer en revue des millions de données non comparables, stockées dans des « silos » pour chaque matériel, chaque logiciel et chaque source de sécurité. Un SIEM est donc avant tout un outil de fédération des évènements de sécurité.

20. <https://www.graylog.org>



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 récents qui conjuguent. 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'outil 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 périphérique, 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, 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. Quoi qu'il en soit, de nos jours le terme SIEM est utilisé quelque soit d'ailleurs l'usage.

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 scénarios de menaces avancées.

Dans la pratique, il existe 3 grandes manières d'opérer ou de faire opérer un SIEM :

- ▶ SIEM déployé et intégré dans l'entreprise ;
- ▶ SIEM basé dans le cloud ;
- ▶ SIEM géré / managé en mode MSSP.

S'équiper d'une solution de type SIEM nécessite encore un investissement conséquent en raison de la complexité de la mise en œuvre des gros outils du marché. Toutefois, bien qu'initialement destiné aux grandes entreprises, le SIEM peut être déployer dans tous les types d'organisations, même les plus petits, avec des solutions de plus en plus automatisées. Toutefois, il ne faudra pas oublier que la configuration d'un SIEM (création de scénario de détection (USE CASE) demande de la ressource et des compétences spécifiques. Par ailleurs, l'important sera par la suite de définir quel type de réaction à la suite de la détection d'un évènement à risque.

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 d'une fonction 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 corrélér les événements provenant des composants de sécurité ;
- ▶ la deuxième fonction de corrélérer des événements de comportement du SI ;
- ▶ la troisième fonction de corrélérer 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.



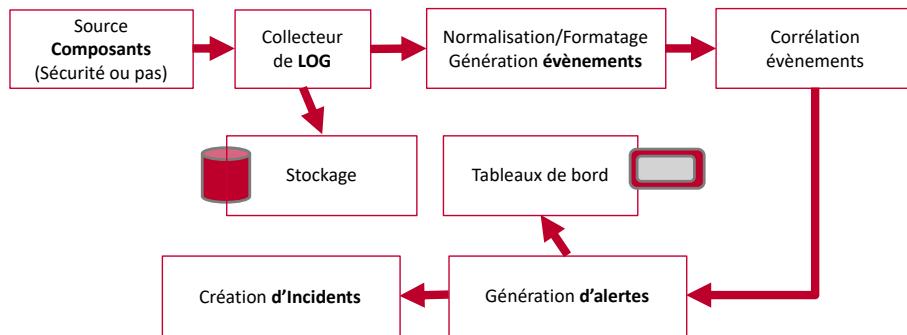


FIGURE 8.12 – architecture d'un SIEM

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 prémisses d'une attaque d'envergure.

8.3.3 la détection d'incidents

Collecter les logs

COLLECTE : Le premier acte est d'alimenter le système avec les «logs» des composants du système d'information (outils de sécurité comme les IDS, IPS, «HoneyPot», Pare-feu, etc... que ceux des autres composants comme les équipements réseaux, les serveurs mandataires, de fichier, de mail, les services dans le nuage, etc...);

Normaliser et indexer les logs

NORMALISATION : La normalisation des logs est un processus d'uniformisation des données collectées qui, quelque soit la source, détecte le type de donnée pour intégrer chaque information dans une base de données. Par exemple plusieurs équipements différents écrivent chacun dans un de leur journal d'activité l'adresse IP source, la date, l'heure et l'activité. Chaque équipement aura son format particulier, il va donc falloir les analyser pour détecter et labelliser chaque information utile. Sur ce point, les constructeurs d'équipement et les éditeurs de solutions SIEM travaillent ensemble afin de proposer des modules de normalisation qui couvrent la plupart des usages clients. De plus de nombreux formats de solutions de log sont nativement pris en charge par les SIEM. Les informations sont ensuite indexées pour optimiser les temps de traitement de l'information.

Corréler les logs

« CORRELATION » : La valeur ajoutée du SIEM vis-à-vis d'un simple serveur de « log », se joue en grande partie sur la corrélation. En effet, ici il est question de pouvoir mettre en évidence des activités en analysant conjointement plusieurs événements de sources différentes. Bien que ces événements puissent paraître anodins de manière isolé, ensemble ils forment un indicateur de compromission. Cette corrélation se base sur des règles forgées à partir de cas d'usage (USE CASE)



Analyser et alerter

ALERTE : Ensuite il faut analyser le contenu corrélé pour faire le tri entre les faux positifs et les vrais positifs. Il y a aussi la détection de menace dont le but est de comparer des IOC à des listes de sources malveillantes provenant d'adresse IP, de nom de domaine, de signature de code malveillant, etc. Chaque solution propose ses propres algorithmes d'évaluation du risque lié aux événements analysés. Une fois les analyses réalisées, des mécanismes peuvent déclencher des alertes si un seuil a été franchi.

Réponse graduelle

Il est possible de proposer des actions d'isolation ou de réponse automatisée. Par exemple : Si les «logs» d'un Anti-virus analyse la présence d'un rançongiciel assimilable au logiciel malveillant «Wannacry» et que le poste en question fait des tentatives de connexions extérieures vers le port 445, il est possible de déclencher un isolement de la machine du réseau à l'aide d'un script ou de l'agent présent sur le poste.

La cyber-protection 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 corrélérer 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.

8.3.4 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. 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. En outre la création de tableaux de bord issus des usages de supervision ou de surveillance du SIEM offre des outils de pilotage de la sécurité.

Supervision

En collectant, corrélant et analysant l'activité du système d'information, le SIEM peut présenter des indicateurs clés de performance (KPI) et des indicateurs clé de risque (KRI). Les fonctions du SIEM ne sont pas totalement dédiées à la sécurité, on peut donc remonter des informations plus générales concernant l'usage du système d'information. Par exemple, l'outil de source ouverte Elastic Stack, peut être utilisé pour faire du «Business Intelligence» ou du «Big Data». A travers les



indicateurs dynamiques et personnalisables, on peut développer un outil de gouvernance du système d'information. Par exemple, connaître l'utilisation de ses boîtes mails, la quantité de pièces jointes échangées comparativement à un service de partage de fichiers.

Surveillance

Le SIEM est capable de faire de la surveillance générale. Le but est de définir des règles de corrélation en capacité de déclencher une alerte ou des règles spécifiques à destination des équipes techniques du SOC. Ces règles peuvent se baser sur l'analyse des menaces, sur des comportements anormaux, ou sur un indicateur de véracité d'une attaque. En termes de surveillance, l'avantage du SIEM est de centraliser la gestion des alertes sur une seule interface. L'autre atout du SIEM sur les solutions de surveillance d'infrastructure classique, c'est qu'il ne nécessite pas directement d'agent spécifique. L'arrivée de l'analyse des terminaux pour compléter l'analyse réseau modifie les cultures et offre de nouvelles manières de détecter des codes malveillants en action.

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 périmétrique ? L'interne ? Réseau/système/applications ? 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. 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

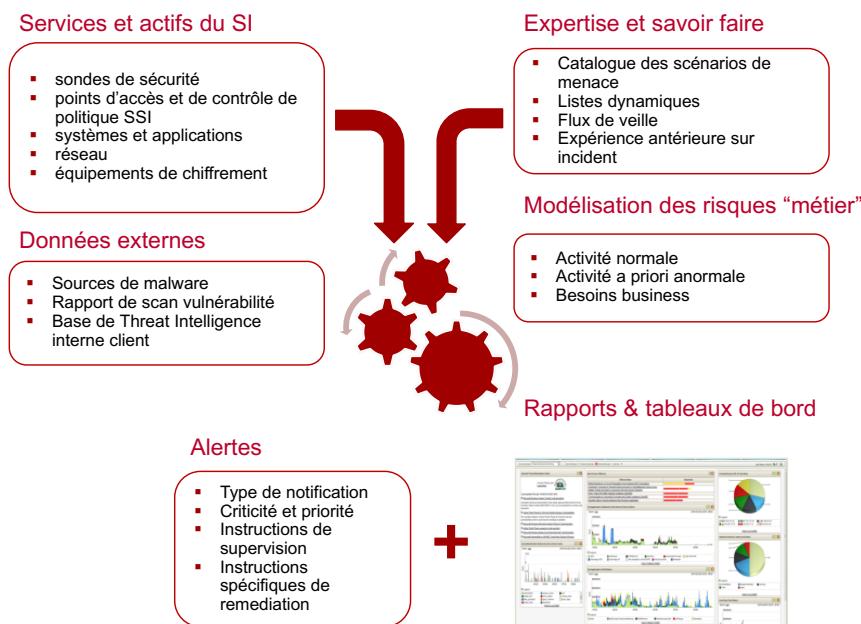


FIGURE 8.13 – Cadre méthodologique

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. Le souci principal de ces outils est souvent le modèle économique et de licence. En effet, le prix est majoritairement basé sur le nombre d'évènement.



8.3.5 Construire les règles (UseCase)

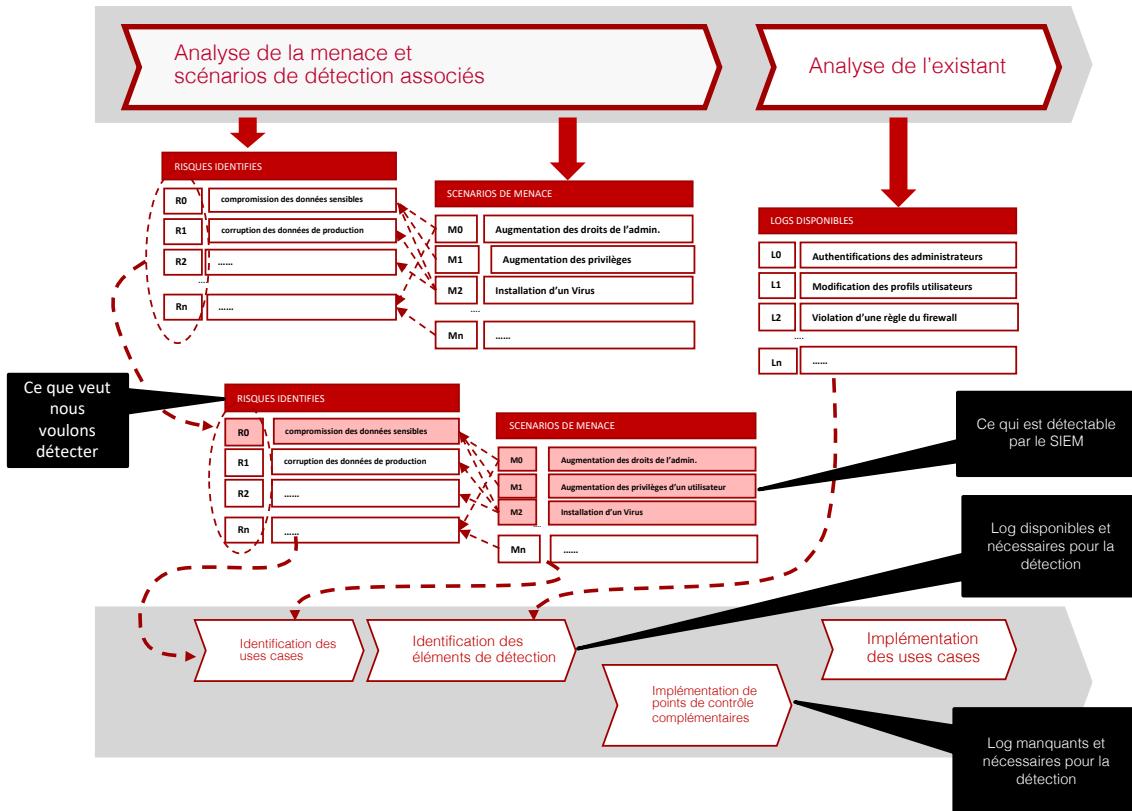


FIGURE 8.14 – Construction des UseCase

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, il est conseiller 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 manque 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.

8.3.6 Quelques défis des SIEM

La problématique globale des SIEM est de corrélérer 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 susceptibles d'enrichir la corrélation, en particulier les vulnérabilités, les IOC, les infos de end-point ... La collecte des informations d'opérations et de renseignements nécessite de la FUSION de capteurs. Cette fusion chère aux militaires est un premier pas qui prend compte aussi de l'information économique, politiques ou sociale de l'entreprise, car ces événements peuvent « matcher » avec des attaques complexes.

L'intelligence artificiel

L'Intelligence artificielle est devenue en quelques années un objetif marketing chez les éditeurs de cybersécurité. Avec un certains succès puisque de nombreuses entreprises disent utiliser des solutions de sécurité basée sur de l'IA. Certaines solutions s'appuient davantage sur des moteurs de règles sophistiquées que sur de réelles fonctionnalités d'IA. Pour parler d'intelligence artificielle, il faut en effet que la technologie inclut :



- ▶ une capacité de perception de l'environnement au moyen d'un apprentissage supervisé ou non,
- ▶ une capacité d'analyse et de résolution de problème,
- ▶ une capacité de proposition d'action, voire de décision autonome.

Sur le plan théorique, les apports de l'IA en matière de cybersécurité sont donc nombreux, qu'il s'agisse de prévention, d'anticipation, de détection ou de réaction. Dans la pratique, la détection de vulnérabilités ou de menaces internes ou externes apparaît aujourd'hui l'un des usages les plus matures. Les systèmes actuels basés sur des signatures montrent encore leurs limites : nombre élevé de faux positifs, incapacité à s'adapter aux dernières menaces, notamment aux APT, lourdeur des bases de signature, ce qui a un impact sur les performances.

Fiche TECHNO : SIEM et IA

L'évolution des SIEM sont orientée par le traitement de masse d'évènement. L'IA du BigData offre des possibilités nouvelles. L'IA dans la détection d'attaque est un bon sujet pour une fiche TECHNO .

Quelques SIEMs

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

Le Gartner positionne régulièrement des produits et services dans son magic Quadrant. en 2019, Splunk, IBM QRadar et LogRhythm NextGen SIEM sont toujours bien positionnés. Dell Technologies (RSA NetWitness), Exabeam (Security Management Platform), McAfee (Enterprise Security Manager) et Securonix complètent le carré des Leaders. Toutefois des entreprises comme Microsoft challenge ces acteurs.

RSA-Netwitness



Proposée par RSA, RSA Netwitness possède des fonctionnalités au-delà du SIEM traditionnel, centré sur les journaux et la conformité, pour inclure des analyses de comportement des utilisateurs et des entités (UEBA), une visibilité du cloud, du réseau et des terminaux.

 Classe : **SIEM**, Site de référence : [RSA-Netwitness](#)²¹

 Editeur : **RSA**  Analyste : **Anaïs Lançonner (Orange Cyberdefense)**

Qradar



Solution SIEM proposée par IBM, à partir de 2015 se charge de détecter des anomalies, comportements inhabituels et autres attaques en collectant puis en "analysant" l'ensemble des évènements en provenance du SI.

21. <https://www.rsa.com/fr-fr/products/threat-detection-response>



❖ Classe : **SIEM**, Site de référence : **Qradar** ²²
❖ Editeur : **IBM** ☺ Analyste : **eduf@ction**

8.3.7 Threat Hunting

la chasse aux menaces

La chasse aux menaces dormantes ou aux compromissions (Threat Hunting) fait partie intégrante de la gestion de la menace. C'est souvent les équipes « Hunters » assure le maintien du contact entre la défense et les attaquants lors d'une attaque en cours. Souvent issus d'équipe de compétences liés à réponse à incident.

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 cyber-attaques auquel est soumise une entreprise.

La terminologie threat hunting regroupe plusieurs types d'action et la définition de n'est pas totalement stabilisée. Globalement on y trouve deux grandes classes de « *threat hunting* » :

- ▶ Celles travaillant autour de l'environnement, de la surface d'attaque et qui orientent ses actions sur des méthodes de « recherche » permettant de débusquer des menaces latentes ou des menaces dormantes, de les réveiller, de les suivre , de les comprendre pour établir le contact avec l'attaquant.
- ▶ Et une autre plus active ou proactive dont l'objectif est de rester, conserver le contact avec l'attaquant lors d'une réaction 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 la 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 différents éléments :

- ▶ la position 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 technologique et physique de l'entreprise, dont les architectures techniques et les mécanismes informatiques 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.

Grace à la visualisation globale des liens il est possible decomprendre où, comment, pourquoi et potentiellement par qui (activistes, anciens employés, fournisseurs, etc.) la prochaine attaque pourrait être perpétrée. Les « threat hunters », ne sont pas simplement en attente de répondre aux

22. <https://www.ibm.com/fr-fr/security/security-intelligence/qradar>



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.

8.3.8 La détection de menace sur des terminaux

La mise en place de mesures de remontées de LOGs pour les terminaux fait partie généralement des politiques de cyberdéfense, et les journaux d'évènement au sein des systèmes d'exploitation ou des applications sont utilisables pour les SIEM. La sécurité du poste de travail est un axe à part entière des politiques de sécurité. Dans cette sécurité, on y trouve évidemment la sécurité périphérique avec les *Firewalls* personnels, les anti-virus. La détection de menace au plus près du terminal et donc au plus près de l'utilisateur, permet d'être, bien des fois, plus pertinent pour contenir des attaques ou des déviations. Cette détection peut être réalisé par un EDR (*Endpoint Detection and Response*) qui est caractérisée par ses capacités de détection, d'investigation et aussi de remédiation.

Etre au plus près de l'utilisateur, donc du terminal, est toujours un axe majeur à pour un responsable sécurité.

Chaque jour des milliers de terminaux (*Endpoints*) sont compromis par des attaques ciblées. Parmi ces attaques, les menaces avancées et persistantes (APT : Advanced Persistent Threats) compromettent des machines et avec les risques associés.

Des techniques d'attaques permettent de bypasser les solutions locales d'antivirus et de firewall personnel ou d'utiliser plus simplement la crédulité des utilisateurs pour infecter des machines ou tout simplement utiliser les faiblesses de configuration du systèmes pour ex-filtrer des données.

Dans ce contexte l'EDR est un outil de sécurité complémentaire aux outils personnels de sécurité avec lequel il travaille afin de bloquer les menaces (connues ou nouvelles (zero-days)). C'est un outil qui se place au niveau du système d'exploitation en complément du niveau réseau ... Un EDR fait de l'analyse comportementale, et permet de moniter les actions de l'utilisateur ou des applications au niveau terminal et de réagir.

Détection

L'EDR est capable de surveiller l'exploitation de failles de sécurité en surveillant les appels noyaux et les différents services habituellement ciblés notamment chez Windows. Cette capacité de surveillance et la corrélation d'évènements lui permettent de reconnaître des méthodes et habitudes qu'ont les hackers et dont il est plus difficile de se prémunir.

L'analyse comportementale (UBA - User Behavior Analytic) est un autre point supporté par les EDR et qui permet de reconnaître des comportements déviant d'un cadre normatif, ou technique souvent après une phase d'apprentissage. Grâce à ces analyses, l'EDR peut émettre des alertes vérifiable qui renforceront l'apprentissage.

L'intérêt de cette technique est qu'elle permet de stopper un attaquant dans son élan : si un pdf PDF contient un script qui ouvre powershell et ouvre une connexion sur un port classique d'un serveur extérieur au SI alors cette suite d'action sera considérée comme anormale et va être bloquée par l'EDR. Cette visibilité est une grande force de l'EDR car elle permet une remédiation à la source de l'infection.



Investigation

Comme mentionné plus haut, l'EDR permet d'observer des suites d'actions dont le résultat est des plus douteux. Cette visibilité sur les processus est d'une très grande aide pour faire de l'investigation : les actions sont corrélées et remontées dans une plateforme centralisée qui permet d'étendre l'apprentissage observé d'un poste à tous les autres.

Grâce à ces plateformes, un *Security Operation Center* (SOC) est capable de savoir immédiatement combien de postes sont touchés et d'en remonter la piste : c'est un outil d'investigation qui peut s'interfacer à un *Security Information and Event Management* (SIEM) en offrant de la visibilité sur les terminaux. D'autant plus que votre SOC pourra se servir de l'EDR pour récupérer des artefacts de l'attaques à distance.

Remédiation

En ce qui concerne la remédiation, l'EDR a des capacités similaires à celles d'un antivirus de nouvelle génération et peut notamment bloquer, supprimer et mettre en quarantaine des fichiers. Les équipes de sécurité pourront aussi s'appuyer sur l'outil pour faire du nettoyage de clé de registre par exemple, ou patcher la mémoire en direct pour contrôler un malware. De plus, certains EDR permettent aux analystes du SOC d'Orange Cyberdefense de prendre la main à distance sur un terminal qui nécessiterait une investigation plus poussée encore.

L'EDR n'est généralement pas une solution stand-alone. C'est un complément qui s'intègre à d'autres outils de sécurité locale, de SIEM ou de sécurité réseau. Il permet d'étendre la visibilité sécurité du SI jusqu'au terminaux et permet d'améliorer la pertinence et la précision de détection des scénarios.



Quelques EDR de références

Microsoft



Les fonctionnalités de détection de point de terminaison et de réponse de Microsoft Defender - PACM permettent de détecter des attaques avancées qui sont en temps réel et exploitables. Les analystes de la sécurité peuvent hiérarchiser efficacement les alertes, obtenir une visibilité sur l'ensemble des violations et prendre des mesures pour remédier aux menaces. En cas de détection d'une menace, des alertes sont créées dans le système pour qu'un analyste examine. Les alertes associées aux mêmes techniques d'attaque ou affectées au même agresseur sont agrégées dans une entité appelée incident. L'agrégation des alertes de cette manière permet aux analystes de rechercher et de répondre à des menaces collectivement. Microsoft Defender ATP collecte en continu le comportement du terminal via de la télémétrie cyber. Cela inclut les informations de processus, les activités réseau, les composants optiques intégrés au noyau et au gestionnaire de mémoire, les activités de connexion utilisateur, les modifications de la base de Registre et du système de fichiers, etc. Les fonctionnalités de réponse vous permettent d'apporter une correction rapide aux menaces en agissant sur les entités affectées.

Classe : **EDR**, Site de référence : [Microsoft](#)²³

Editeur : **Microsoft** Analyste : eduf@ction

8.3.9 Caractérisation de la menace

Nous avons évoqué les mécanismes de surveillance et de détection constitués en particulier d'outils comme le SIEM, ou l'EDR. Il est toutefois important de disposer de compétences et de processus structurés pour caractériser la menace. Cette caractérisation permet de lever les doutes, de caractériser les éléments d'une attaque dont les impacts mais surtout les raisons et les intentions des attaquant. Ces éléments sont évidemment primordiaux pour définir une réponse adaptée.

8.3.10 De l'usage d'un CSIRT

Nous verrons l'usage d'un CSIRT dans le chapitre sur la réponse à incident toutefois nous pouvons donner ici les fonctions ou compétences clefs pour effectuer cette caractérisation :

- ▶ Rétro-conception : afin d'analyser un code malveillant ;
- ▶ Liaisons police/gendarmerie : afin de lancer au plus tôt les investigations via les services de l'état ;
- ▶ Base « enrichie » d'IP & Url malveillantes : afin de caractériser non seulement la provenance, mais aussi l'intentionnalité de l'attaque ;

23. <https://www.microsoft.com/fr-fr/microsoft-365/windows/microsoft-defender-atp>



- ▶ Etudes de cyber-intelligence sur le secteur d'activité de l'entreprise : afin de corrélérer une agression avec des risques dans un environnement politique ou économique particulier.

8.4 (SOC) Security Operation Center

Le SOC (Security Operation Center) est au cœur du système de « Veille Alerte et réponse ». C'est une tour de contrôle sécurité de l'espace Cyber.

Il est constitué généralement d'une équipe d'analystes, et d'outils permettant de surveiller l'environnement. Cette surveillance s'effectue sous la forme de l'exploitation de différents outillages (SIEM, EDR....).

Il intègre l'ensemble des fonctions liées à la menace :

- ▶ Veille sur la menace
- ▶ Détection d'événements à risques et gestion de ceux ci
- ▶ Détection d'attaques ou de comportement critiques
- ▶ Réaction aux incidents et remédiation

Malheureusement, dans encore beaucoup de cas, les équipes SOC et les équipes liées à la gestion des vulnérabilités sont cloisonnées, ce qui ne couvre pas de manière intégrée l'ensemble des fonctions de cybersécurité d'entreprise.

On peut aussi intégrer dans le SOC des fonctions de *Threat Hunting*.

Les grands principes de réussite d'un SOC sont :

- ▶ Une veille Cyber efficace et à large ouverture en terme de menaces;
- ▶ Une capacité à identifier d'une cartographie détaillée des ressources de l'infrastructure et de correctement identifier les menaces avec des analyses des risques;
- ▶ Réaliser une collecte des événements de sécurité, pour nourrir une corrélation temps réel;
- ▶ Contextualisation et amélioration continue afin de limiter le nombre de faux-positifs;
- ▶ Faciliter la communication entre les niveaux opérationnels
 - Niveau 1 : **réception** des alertes en temps réel;
 - Niveau 2 : **corrélation** et analyse multi-alertes pour déclenchement de l'incident;
 - Niveau 3 : **investigations** poussées, forensics et découverte des indicateurs de compromission.

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 peut devenir **Cybersecurity Operational Center** (CSOC) opérant le suivi des risques digitaux au sens large, incluant les réseaux sociaux et leur cohorte de fausses informations et d'information pouvant être des indicateurs de crise à venir pour l'entreprise.



Aujourd’hui les entreprises organisent donc leur environnement de gestion de la menace dans la sécurité informatique avec ce centre opérationnel de sécurité CSOC. Ses principales missions se structurent donc autour de :

- ▶ la supervision de la sécurité ;
- ▶ du management du risque ;
- ▶ de l’analyse des menaces ;
- ▶ de l’audit ;
- ▶ de l’investigation numérique ;
- ▶ de la prévention.

Chacune de ces missions nécessite des spécialistes, des outils et une gouvernance. Cependant au centre de ces activités le CSOC s’appuie entre autre sur des données de référence

- ▶ Les journaux d’activité ;
- ▶ des scénarios menaces ; mis à jour avec des d’outils de surveillance d’émergence de la menaces, en plus de scénarios spécifiques à l’entreprise ;
- ▶ des bases de vulnérabilités et des accès à des services permettant ;
- ▶ des outils de surveillance des fuites (Data Leak Detection) dans le Darkweb par exemple ;
- ▶ des outils de remediation, de notarisation (enregistrement des données à valeur probante).

Le SIEM et l’EDR répondent à une partie des besoins des CSOC et doivent pour être efficaces s’intégrer à des services connexes. Le SIEM existe depuis les années 90, sous la forme de SIM et de SEM. Le rôle du SIM est de centraliser tous les logs dans une seule base de données pour permettre des analyses et de l’archivage. Celui du SEM est de surveiller en temps réel les évènements sur le système d’information, les corrélérer et alerter si les conditions sont remplies. Ces deux outils de sécurité ont fini par fusionner dans un seul produit, permettant de lier les évènements aux informations, mais il y a encore des convergences à venir.

Evaluation d'un SOC

L’efficacité d’un SOC peut être évaluée. A l’image d’équipe de Pentest qui testent la résistance d’un système, des équipes de tests de SOC peuvent être déployées pour auditer le niveau d’efficacité d’un SOC. Les équipes qui testent des OSC sont nommées des **Purples Team**.

un CSOC est efficace s’il arrive à détecter avec pertinences les attaques en cours, Cependant, il est important, de comprendre qu’un CSOC ne détectera jamais des attaques dont le scénario n’a pas été pensé / « programmé ». On trouvera dans une publication du CLUSIF ↗²⁴, les critères pour réussir le déploiement d’un SOC.

Les outils connexes d’un SOC

Au delà des SIEM, il semble important d’ajouter à l’outillage d’un SOC un ensemble de systèmes permettant de mesurer et d’évaluer l’impact des attaques. Un travail intéressant autour de la notion d’Echelle de RICHTER (Voir un article du FIC 2014 ↗²⁵) d’une attaque afin de définir des indicateurs « de cotation ».

24. <https://clusif.fr/publications/reussir-deploiement-dun-soc/>

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



- ▶ **l'origine** de l'attaque qui mesure la puissance potentielle de la source de menace : du hacker de base à la menace étatique ;
- ▶ Le type de **cible** qui mesure la précision de la diffusion de la menace : de la cible au hasard à la menace ciblée ;
- ▶ Le **vecteur** d'attaque qui mesure le niveau de sophistication de la menace : du malware « sur étagère » à l'APT élaborée ;
- ▶ Le **préjudice** qui mesure l'impact subit par la cible : d'une perte faible à une mise en péril de la résilience même de l'organisme ;
- ▶ La **visibilité** de la menace qui mesure de nombreux éléments comme la motivation ou durée de l'attaque : d'un DDOS immédiatement constaté à une attaque invisible ;
- ▶ La **persistence** qui mesure la fréquence de l'attaque sur sa cible : d'une fréquence forte de type robotisée (Bots) à une fréquence unitaire visant un but précis, ou la furtivité.

8.4.1 Les outillages d'un SOC

Au delà des SIEM, des sondes, des EDR, l'orchestration est au coeur de l'efficacité des fonctions d'un CSOC en particulier pour l'automatisation de la réponse à incidents.

L'orchestration et l'automatisation de la sécurité permet de réduire les délais de réponse, de limiter l'exposition aux attaques et offrir une cohérence des processus cyberdéfense. Ces outils d'automatisation et d'orchestration, appelés SOAR, sont conçus pour améliorer la productivité et l'efficacité de centres des opérations de sécurité et des analystes.

Ces outils automatisent les tâches de routines chronophages, ils aident à coordonner les cycles de vie de réponse aux incidents et de gestion des incidents. Outils de cohérence, ils permettent d'assurer reproductibilité de la discipline des opérations de cybersécurité et permet de réduire le temps nécessaire pour détecter et traiter les incidents.

On y trouve par exemple dans ces outils de « *Security Orchestration, Automation, and Response* » (SOAR) :

- ▶ l'introduction de sources de menaces de manière automatique au base SIEM (abonnement de threat-intelligence) ;
- ▶ la production de règles sur la base de déviations relevées ;
- ▶ le pilotage automatique des composants de sécurité (modification de règles, passage en mode dégradé ...) ;
- ▶ l'exécution de tâche de conservation de traces légales (notarisation) ;
- ▶ la gestion automatisée de « patchs » critiques (intégration au DEVSECOPS) ...



Resilient

La solution IRP (Incident Response Platform) Resilient d'IBM est la principale plate-forme d'orchestration et d'automatisation des processus de réponse aux incidents. L'IRP Resilient d'IBM s'intègre rapidement et facilement aux solutions informatiques et de sécurité de l'entreprise. Elle rend les alertes de sécurité immédiatement exploitables, apporte de précieux renseignements ainsi que le contexte des incidents et permet une intervention adaptée face à des cybermenaces complexes.

❖ Classe : **SOAR**, Site de référence : [Resilient](#)²⁶

❖ Editeur : **IBM** ☺ Analyste : **David Grenier (Orange)**

Demisto

Demisto plateforme SOAR (Security Orchestration, Automation and Response – outils d'automatisation de la détection et de réponse aux incidents de sécurité) permet aux analystes et responsables sécurité de personnaliser la façon dont ils choisissent de visualiser les incidents et les flux d'informations, permettant ainsi aux équipes de mieux gérer la sécurité et d'automatiser les réponses à incidents

❖ Classe : **SOAR**, Site de référence : [Demisto](#)²⁷

❖ Editeur : **Paloalto** ☺ Analyste : **eduf@ction**

DEVSECOPS

Dans de nombreuses entreprises les processus liés à la sécurité sont encore isolés et confiés à une équipe spécifique sans s'intégrer totalement avec les chaînes de développement ou dans les équipes opérationnelles et encore moins dans les chaînes intégrées DEVOPS. Si une approche DevOps efficace garantit des cycles de développement rapides et fréquents, les équipes sécurité doivent de plus en plus s'intégrer dans les processus DEVOPS tant pour y apporter un volet *security by design*, mais surtout intégrer des mécanismes de sécurité opérationnelle. Ce sont ces dynamiques de sécurité tant de conception, que de sécurité opérationnelle que nous appelons « DEVSECOPS ».

Fiche TECHNO : DEVSECOPS

Le domaine du DEVSECOPS est un sujet à part entière de la gestion de la sécurité dans les chaînes de prise en compte de la sécurité en DEVOPS, et l'utilisation des techniques DEVOPS dans les chaînes de gestion du dynamique du changement dans la détection de menace et la réponse sur incident. Un sujet intéressant pour une fiche TECHNO .

26. <https://www.ibm.com/products/resilient-soar-platform>

27. <https://www.demisto.com/product-automated-incident-response>



8.4.2 L'efficacité du CSOC

Pour mesurer l'efficacité d'un CSOC, il existe plusieurs moyens de mesures :

- ▶ La **couverture fonctionnelle et technique** du CSOC pour estimer l'efficacité de l'articulation entre les stratégies de cyberdéfense, de cyber-protection et les stratégies de surveillance détection,
- ▶ La **performance de la détection** pour évaluer l'efficacité des règles de corrélation en place, basée sur les indicateurs de services (Nombre de détections, nombre d'évènement ...);
- ▶ La **maturité du service CSOC**, mesurée sur le niveau d'organisation des services (ITIL par exemple), les coûts, les compétences, les services connexes ...

8.4.3 Leak : surveiller les fuites

J'ai ajouté un chapitre spécial 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 traiter avec un mécanisme précis et documenté, car ces évènements sont très contraint par la réglementation. A titre de remarques, les évènements touchant la fuite de données liées à la protection du secret de défense (Secret Défense) puisse aussi être traité dans un processus particulier car les 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 de menaces,



- ▶ réagir de manière juridique.

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 inappropriate, 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.

8.5 Technologies et Organismes connexes

8.5.1 Stratégie de cyberdéfense et de surveillance

Ce chapitre en construction donne quelques éléments complémentaires sur les stratégies et techniques de cyberdéfense d'entreprise.

Technique de déception (Deceptive Defense)

D'une protection statique en profondeur encore trop souvent périmétrique, vers une détection résiliante pour désormais envisager des logiques de contre-attaques dynamiques, les stratégies de cybersécurité évoluent. L'échelle de temps entre l'occurrence d'une attaque, sa détection et son élimination est un marquant significatif du risque : de plusieurs mois à quelques jours, de jours à quelques heures, l'enjeu est de nos jours d'agir en temps réel contre l'attaquant. Le leurrage numérique (deceptive security) est au cœur de nouvelle stratégie de cybersécurité. Il s'agit de retourner la dynamiques de l'attaquant en cherchant à le tromper pour tenter de le démasquer,



ou de le dissuader de continuer de part le risque d'être découvert qu'il prend. Le leurrage numérique peut relever d'une forme de dissuasion cyber.

Honeypots

Les pièges « honeypots » sont un leurre pour les attaquants, en imitant une ressource de calcul réel (par exemple, un service, une application, un système ou des données). Toute entité entrée en connexion à un « honeypot » est alors considérée comme suspecte, et son activité est surveillée pour détecter une malveillance. L'arsenal du leurrage défensif est historiquement basé sur les pots de miel (honeypots). Ceux-ci reposent sur l'analyse statique d'écart de composants par rapport à un comportement connu et sain. Ces technologies se heurte à deux problèmes : le passage à l'échelle pour couvrir la diversité et la complexité des systèmes numériques, et la génération excessive de faux positifs. Les honeypots évoluent pour devenir des pièges actifs qui sont disséminés dans l'environnement réel pour mieux cerner les stratégies de l'attaquant. Les architectures de déploiement des leurre se spécialisent selon le domaine d'application (systèmes d'information, systèmes industriels, finance, médical...) ou en fonction des composants ciblés par les attaques (serveurs, pare-feux, antivirus...) ou encore par rapport à la charge offensive (malwares...). Les leurre tendent à générer de vrais positifs en temps réel. Leur efficacité repose sur deux propriétés, l'une inhérente aux composants de sécurité, la non-compromission, et l'autre caractéristique de l'attaque : la furtivité. Cette nouvelle génération de leurre numériques enrichit les stratégies d'investigations au sein des centres opérationnels de sécurité (SOC). Ainsi, des logiques de raisonnements déductifs (déterministes) ou inductifs (hypothétiques) se confrontent pour caractériser finement le mode opératoire des attaquants en le resserrant si possible jusqu'à l'attribution de l'attaque. Le caractère actif de ces nouvelles technologies de leurre soulève toutefois de nombreuses interrogations sur le plan éthique et réglementaires (respect de la vie privée en particulier).

Le leurrage numérique devient une composante essentielle d'une lutte informatique défensive et contribue de plus en plus au processus des scénarios de réponses, ripostes et d'escalade.

Fiche TECHNO : « Deceptive Defense » en cyberdéfense

Les techniques de déception en cyberdéfense sont en pleine évolution. C'est un sujet parfait pour une fiche TECHNO avec les différents thèmes :

- ▶ le leurrage numérique : honeypots, leurre, pièges
- ▶ les architectures de déploiement de leurre selon les domaines d'application
- ▶ la spécialisation de leurre pour les services, pour la sécurité, contre les malwares...
- ▶ les propriétés du leurrage numérique : non-compromission, furtivité...
- ▶ l'apport à l'investigation numérique : raisonnements déductifs/inductifs, caractérisation des attaques, attribution...
- ▶ la contribution à la lutte informatique défensive : scénarios de ripostes et d'escalade.
- ▶ le positionnement du leurrage dans les modèles d'attaques (MITRE ATT&CK...), par rapport à la caractérisation des attaques (CAPEC...) et plus généralement son apport à la connaissance du risque cyber (cyber threat intelligence – CTI)
- ▶ le leurrage et la réglementation (NIS, RGPD,...).



8.5.2 Quelques techniques d'attaques

A titre d'illustration je vous propose d'illustrer les typologies d'attaque en analysant l'architecture classique d'un système dit de BOTNET, mécanisme de commande et de contrôle de codes malveillants pilotés/télécommandés.

8.6 Botnet, des codes malveillants organisés

8.6.1 Les attaques

Liste des attaques utilisables par les botnets :

- ▶ Déni de service distribué (DDoS²⁸)
- ▶ DDoS contre paiement
- ▶ Récupération des identifiants
- ▶ Exposition médiatique ou démonstration de force
- ▶ Dissimulation d'une autre attaque
- ▶ Création d'un avantage concurrentiel
- ▶ Censure par attaque de serveurs
- ▶ Vengeance par cryptolocker
- ▶ Infrastructure d'anonymisation
- ▶ Recherche de vulnérabilités
- ▶ Infrastructure d'anonymisation des communications
- ▶ Contournement de mesures de limitation ou blocage
- ▶ Envoi de pourriels
- ▶ Diffusion de codes malveillants
- ▶ Exécution de codes malveillants sur les machines-zombies
- ▶ Hébergement de codes malveillants
- ▶ Fraude aux clics
- ▶ Compromission d'accès
- ▶ Brute force hors-ligne
- ▶ Brute force direct
- ▶ Cryptominage

8.6.2 Cycle de vie d'une attaque :

Pour la compréhension, il est nécessaire de comprendre les différentes étapes depuis l'infection jusqu'au fonctionnement complet du botnet.

28. Distributed Denial of Service



Infection de la machine

Cette première étape a généralement pour but de télécharger la charge virale sur un serveur. Elle peut être initiée via les vecteurs suivants :

- ▶ Par spam(existence de spambot)
- ▶ Exploitation de faille lié à la navigation sur un site web(malvertising²⁹, waterholing³⁰)
- ▶ P2P
- ▶ Spear phishing³¹
- ▶ SMS, MMS
- ▶ Bluetooth
- ▶ TDS³²
- ▶ Exploit kits³³

Activation

Après téléchargement, l'installation du malware peut établir un premier contact avec le botnet (serveur dédié, servant-bot) ayant une fonctionnalité de C&C. Le téléchargement de rootkit d'installation ou de DLL complémentaire finalise la mise en place du botnet sur la machine infectée.

Mise à jour

Les échanges permettent l'ajout de fonctionnalité, de configurations afin que le botnet puisse identifier et s'adapter à son environnement. Il peut, par exemple, vouloir modifier son hash³⁴ afin de conserver une certaine furtivité pour la continuité de l'attaque.

Auto-protection

La persistance et la dissimulation sont les facteurs clés de cette étape. L'installation de rootkit de protection, la modification du système, etc permettent de masquer l'action du botnet.

Propagation

Cette phase d'extension est à la fois locale par du scan et distante par diffusion virale (mail avec lien ou pièce jointe).

Phase opérationnelle

Cette dernière phase vise à accomplir les actions souhaitées de l'attaquant. Déclenchées, synchronisées ou persistantes ces attaques s'adaptent aux cibles désignées. Ordonnées par le C&C elles peuvent être activées ou mises en sommeil afin de ne pas attirer l'attention.

29. exploitation de pop-up publicitaires

30. ciblage de sites web fréquentés

31. hameçonnage ciblé pour récupérer données ou identifiants

32. Traffic Distribution Service, outil et service de redirection de trafic

33. plate-forme d'exploitation supporté par un site web permettant de tester une liste d'exploits

34. signature numérique, ici on parle de signature virale



8.6.3 Définition

Le terme **botnet**, contraction de l'anglais **robot+net**, se définit par l'ensemble des programmes, machines, serveurs connectés à internet ayant un ou plusieurs processus commun de communication. Placé sous le contrôle d'un opérateur humain, appelé botmaster, le botnet recrute des machines en exploitant les vulnérabilités, failles, infections afin d'étendre son réseau à travers l'utilisation de canaux de Command and Control(C&C).

Avec l'IoT³⁵, et ses appareils connectés, le réseau s'étend de plus en plus au sein de notre société. L'actuelle faiblesse en terme de sécurité lié aux objets connectés représente une menace majeure et croissante dans notre environnement.

8.6.4 Historique

Le concept, inventé en 1988 à l'université de Oulu en Finlande, fut développé à l'origine pour gérer les services associés au protocole IRC³⁶.

Le premier bot « <GM » assistait ainsi l'utilisateur dans la gestion des connections IRC. Cette gestion automatisée, permettant via un accès à distance, de contrôler et de réaliser des opérations a très vite montré un haut pouvoir malveillant.

En Mai 1999, Pretty Park, un malware de forme trojan horse se propageant sur le net permettait de voler les mots de passe.

Les premières dérives furent notamment l'affrontement de botnet IRC (Eggdrop en décembre 1993, puis GTbot en avril 1998).

8.6.5 Motivations liées à la menace botnet

- ▶ L'aspect lucratif représente l'intérêt majeur pour l'utilisateur de botnet. L'automatisation d'une tâche contrôlée à distance permettant de rapporter facilement des revenus (revente d'information, fraude au clic, spam), surtout si celle-ci est réalisée de manière anonyme(réseau TOR³⁷).
- ▶ La motivation idéologique, comme par exemple, lors du conflit entre la Géorgie et la Russie en 2008 ou de nombreux sites étatiques faisait l'objet de cyber-attaques massives paralyisaient les infrastructures.
- ▶ La motivation personnelle, à travers la vengeance ou le chantage, est également une finalité grâce notamment au caractère anonyme de l'attaque.

8.6.6 Les type de menaces

Les botnets représentent les outils de diffusion des attaques. Cet outil permet aux cybercriminels de disposer d'un grand nombre de services développé dans un environnement collaboratif. Vendus sur le web, ils instrumentalisent l'attaque quelque soit le but recherché.

Liste des menaces possibles :

- ▶ Relayer du spam pour du commerce illégal ou pour de la manipulation d'information (par exemple des cours de bourse)

35. Internet of Things

36. Internet Relay Chat, un protocole de communication textuel

37. The Onion Routing, un réseau d'anonymisation



- ▶ Réaliser des opérations d’hameçonnage
- ▶ Identifier et infecter d’autres machines par diffusion de virus et de programmes malveillants (malwares)
- ▶ Participer à des attaques groupées de déni de service (DDoS)
- ▶ Générer de façon abusive des clics sur un lien publicitaire au sein d’une page web (fraude au clic)
- ▶ Capturer de l’information sur les machines compromises (vol puis revente d’information) ;
- ▶ Exploiter la puissance de calcul des machines ou effectuer des opérations de calcul distribué notamment pour cassage de mots de passe
- ▶ Voler des sessions utilisateurs par credential stuffing ;
- ▶ Mener des opérations de commerce illicite en gérant l’accès à des sites de ventes de produits interdits ou de contrefaçons via des techniques de fast flux, simple ou double-flux ou RockPhish
- ▶ Miner des cryptomonnaies, telles que le bitcoin1.



8.6.7 Architecture aléatoire

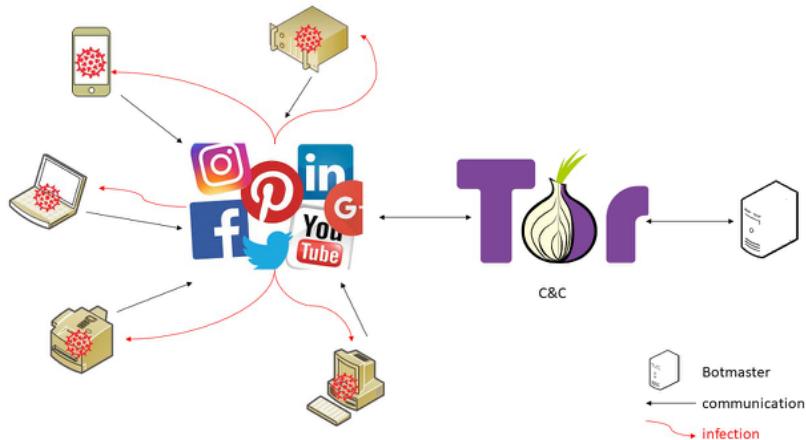


FIGURE 8.15 – Architecture aléatoire

Définition

Ce concept représente une variante de l'architecture centralisée et peut se retrouver dans une variété de malware connue sous le nom de RATs³⁸. Ces chevaux de Troie fonctionnent sur un principe de client/serveur parfois mis en place avec des techniques de social engineering (exemple : un fichier d'installation récupéré sur un site douteux). Ils exécutent la partie client à l'insu de l'utilisateur pour se connecter au serveur.

Cette architecture tire profit de l'exploitation de plate-formes existantes supportant le protocole HTTP comme Facebook, Twitter, Yahoo, Evernote, Google, etc. et de réseau permettant de camoufler les échanges comme TOR, Hornet, etc.

Liste des protocoles utilisés par le botnet

- ▶ HTTP
- ▶ protocole propriétaire (exemple XMPP³⁹)
- ▶ IRC

Avantages

- ▶ Architecture déjà existante
- ▶ Réseau important en terme d'utilisateurs
- ▶ Utilisation des canaux existants (exemple : messagerie instantanée)
- ▶ utilisation des fonctionnalités du réseau (exemple :Le réseau anonymisation TOR)
- ▶ Difficulté de démanteler son propre réseau

38. Remote Access Trojan

39. Extensible Messaging and Presence Protocol de MSN Messenger



Inconvénients

- ▶ Vulnérabilité du botnet face aux mécanismes de défense
- ▶ Connexion en permanence
- ▶ bloqué par le filtrage de liens de la plate-forme

exemples

8.6.8 Architecture centralisée

Définition

Un ou plusieurs nœud de communication permettent aux bots d'échanger des données via un canal de communication. Les nœuds représentent un serveur ou serveur relais avec comme fonction le C&C.

Liste des protocoles utilisés par le botnet

- ▶ IRC⁴⁰
- ▶ HTTP⁴¹
- ▶ IRC modifié

Avantages

- ▶ Architecture centralisée
- ▶ Simplicité de mise en oeuvre (mlIRC, ...)
- ▶ Utilisation des canaux IRC (topics, messages) pour l'envoi des commandes vers les botsPerformance (non gourmant en bande passante)
- ▶ Connexions régulières entre les bots et le C&C (non-permanente)
- ▶ Recherche des ordres dans des forums, avec des mots clés ou même dans des images (stéganographie)

Inconvénients

- ▶ Vulnérabilité du botnet (serveur central)
- ▶ Connexion en permanence
- ▶ Facile à détecter (filtrage du flux IRC)

8.6.9 Architecture décentralisée

Définition

En utilisant des réseaux peer-to-peer, on s'affranchit d'un point central de communication. Chaque bot, selon ses caractéristiques, apporte les ressources pour élaborer le système de C&C. Il existe plusieurs typologies de réseau overlay⁴² :

40. Internet Relay Chat
41. HyperText Transfer Protocol
42. réseau logique de recouvrement



- ▶ **overlay P2P non-structuré** : les topologies sont aléatoires (loi de puissance, aléatoire uniforme,...)
- ▶ **overlay P2P par super-pairs** : tous les pairs du réseau ne sont pas égaux, certains d'entre eux étant automatiquement sélectionnés pour servir temporairement le rôle de serveur pour les recherches ou le contrôle du réseau (comme FastTrack ou Gnutella)
- ▶ **overlay P2P structuré** : une cartographie établissant le lien entre le contenu et son emplacement ; ce type de réseau implémente en général – mais pas systématiquement une table de hachage distribuée (DHT) ; on retrouve dans cette catégorie les protocoles P2P Chord, Tapestry et Kademlia (utilisé par le logiciel eMule).

Liste des protocoles utilisés par le botnet

- ▶ TCP/IP
- ▶ UDP

Avantages

- ▶ Architecture dé centralisée
- ▶ Indépendant de l'architecture DNS
- ▶ difficile à repérer
- ▶ Connexions régulières entre les bots et le C&C (non permanente)
- ▶ Le botmaster donne les informations comme un bot faisant partie du réseau
- ▶ L'information transite de voisin en voisin
- ▶ très difficile à neutraliser

Inconvénients

- ▶ Pas de vision globale du réseau par un bot
- ▶ Connexion en permanence
- ▶ Facile à détecter (filtrage du flux IRC)

8.6.10 Architecture hybride

Définition

Une architecture hybride intègre une solution de repli, comme à l'aide d'un DGA⁴³ ou de plusieurs niveaux successifs entre le P2P et le C&C. Cette hiérarchie permet de masquer une partie des adresses IP utilisées afin de rendre plus complexe l'analyse du botnet. L'association de bot clients et de bots servent⁴⁴ met en évidence l'organisation du réseau par le botmaster. Ces niveaux intermédiaires permettent de solidifier l'architecture du réseau.

43. Domain Generation Algorithm

44. serv-eur et cli-ent



Liste des protocoles utilisés par le botnet

Retenant les protocoles présentés dans les architectures précédentes, l'efficacité, la furtivité et la complexité des méthodes de communication ont pour objectif de nuire aux efforts de démantèlement. Ainsi, les coopérations internationales entre acteurs institutionnels et privés sont généralement nécessaires pour permettre de démanteler les botnets les plus sophistiqués.

Avantages

- ▶ Nombre important de domaines
- ▶ masquage de l'adresse IP

Inconvénients

- ▶ tributaire de la bande passante

exemples

8.6.11 L'analyse

L'analyse statique

Réalisée en sandbox, sur une machine virtuelle ou une machine dédiée avec des outils pré-installés comme InetSim, FakeNet ou Mozze, elle débute par une analyse statique pour identifier les éléments et la composition du malware. L'examen du code et des fonctions appelées permettent d'évaluer les capacités du botnet.

L'analyse dynamique

Cette étape est relativement utile pour la compréhension de la menace car elle présente la machine infectée sous plusieurs états à l'aide de snapshots⁴⁵. Ces captures instantanées situent l'avancement de l'infection lors de l'attaque. Il est souvent nécessaire en présence d'algorithme chiffré d'utiliser cette méthode pour désobfuscuer le code et comprendre la structure du malware.

8.6.12 La défense et le blocage

Au même titre que la protection contre les malwares, les recommandations en terme de SSI recommandations ANSSI, applicables localement, doivent s'inscrire dans nos habitudes et augmentent ainsi la probabilité de bloquer l'étape initiale de l'infection (spam, navigation non-sécurisée, etc.).

Les mises à jour logicielles et système sont essentielles pour bloquer l'exploitation de CVE⁴⁶ Common Vulnerabilities and Exposures.

Au niveau du FAI, les notifications en cas de connexions malveillantes et la surveillance des adresses IP sont un frein à l'extension du botnet.

Enfin la détection d'un appel de fonctions anormal par l'antivirus, l'autorisation et l'identification des flux sortants par le firewall permettent le blocage de l'activité malveillante. Les fonctionnalités recherchées de l'antivirus dans ce cadre sont un firewall bidirectionnel, une protection contre le

45. copie des données/modifications apportées à un système

46. Common Vulnerabilities and Exposures



phishing, la vérification de la certification, la lutte contre le tracking, la vérification du téléchargement, le blocage des pop-ups et pages WEB malveillantes,etc.

8.6.13 Le démantèlement

Les méthodes de détection impliquent parfois des actions offensives visant à entraver le développement du botnet. Il est cependant nécessaire d'avoir un support juridique et judiciaire pour mener à bien des actions adaptées au type et à la taille du botnet. Celles-ci sont généralement menées en coopération avec les industriels (Microsoft, Level 3, Cisco, etc.) et la communauté scientifique.

8.6.14 La détection

Recherche d'anomalie, comparaison de signatures, pots-de-miel, toutes ces techniques basées sur l'activité du réseau reposent sur l'inspection des flux et des paquets.

La détection passive

L'identification et l'analyse passive des flux (adresses IP, port source et destination, étiquette MPLS⁴⁷, etc.) permettent de classifier les protocoles suspects et les serveurs de C&C. BotFinder, par exemple, permet de décomposer un flux (durée moyenne des connexions, nombre d'octets transférés, etc.) et de le comparer à l'activité normale du réseau. L'observation des DNS⁴⁸ permet aussi d'identifier les domaines malveillants afin de caractériser le botnet suspecté. BotGad, un système d'exploitation permettant d'analyser le trafic DNS sur un réseau local, utilise un algorithme basé sur l'apprentissage afin de définir la stratégie de groupe du botnet. EXPOSURE, un autre système d'exploitation déployé au sein de l'ISP⁴⁹, permet d'analyser à large échelle mais sur une durée de plusieurs mois le trafic DNS. Produisant une liste de domaines malveillants, il permet, par exemple, d'identifier un volume conséquent de requêtes pour un même domaine. Enfin le recours aux pots-de-miel et l'analyse des journaux d'activité sont les éléments de base d'une recherche d'activité liée aux botnets. Suivant cette idée, le SIEM⁵⁰, une solution de gestion de la sécurité, représente un outil précieux et novateur afin d'optimiser la veille du trafic et d'automatiser les processus de sécurité en cas de comportement anormal.

La détection active

Différentes techniques existent comme le sinkholing⁵¹ redirigeant le trafic vers des serveurs afin de simuler le comportement du C&C et de diminuer la puissance du réseau du botnet.

L'infiltration, fonction de l'architecture du botnet, consiste à simuler le comportement d'un botnet contrôlé à l'aide de drones IRC ou de script afin de capturer le trafic et de remonter jusqu'au botmaster. Le projet Pebbletrace reprend cette idée d'identification du botmaster en piégeant les équipements infectés avec une charge défensive afin de retourner le trafic contre le botnet.

47. MultiProtocol Label Switching

48. Domain Name Server

49. Internet Service Provider

50. Security Information and Event Management

51. également appelé serveur gouffre, gouffre Internet ou Blackhole DNS



Les botnets font maintenant partie d'une économie souterraine sous forme de services payants. Le harcèlement, le vol, les attaques par déni de service, etc figurent comme des produits de vente accessibles, moyennant finances, pour n'importe quel criminel.

D'après l'ENISA⁵² les prix varient suivant la fiabilité, la durée et le type de service requis. Par exemple une heure de DDoS est disponible pour 38\$. Les différentes architectures permettent de mieux comprendre l'organisation du botnet et l'importance du C&C.

Les notions de veille technologique et de partage d'informations sur la menace sont essentielles du fait de l'implication du botnet dans les réseaux publics et privés.

Dans le cadre du renseignement lié aux menaces, les constructeurs de smartphone fournissent les informations (recherches, cibles des attaques, menaces associés aux mobiles, vulnérabilités des objets IoT) issues de leurs Threat Intelligence Center⁵³.

Selon Nokia (Nokia's Threat Intelligence Report, l'activité des botnet sur l'IoT représente 78% des événements de détection de malware en 2018.

La menace omniprésente de ces objets connectés (santé, domotique, médias, électroménager,...) n'est aujourd'hui pas assez prise en considération par notre société de consommation. Le manque de sécurité accrue de ces appareils fait apparaître ces objets connectés comme des acteurs potentiels constituant le réseau d'un botnet.

L'arrivée prochaine de la 5G⁵⁴ sera, dans ce domaine, un vecteur majeur pour la diffusion de l'infection du malware et le nombre d'attaques associés au botnet (exemple attaques DDoS).

52. European Union Agency for Cybersecurity, anciennement European Network and Information Security Agency

53. Centre de renseignements liés aux menaces cyber

54. prévisions en moyenne 100Mbit/S en download et 50 Mbit/s en upload





9. Réagir et remédier

9.1 GERER les incidents

La réponse aux incidents est une approche organisée pour traiter et gérer les conséquences d'une violation de la sécurité ou d'une cyberattaque, également appelée incident informatique, incident informatique ou incident de sécurité. L'objectif est de gérer la situation de manière à limiter les dommages et à réduire le temps et les coûts de récupération.

La réponse aux incidents de sécurité informatique est devenue un axe majeur de la gestion de la sécurité en entreprise. De nouveaux types d'incidents liés à la sécurité émergent régulièrement avec des manières d'agir et de réagir différents. Les activités préventives basées sur les résultats des évaluations des risques peuvent réduire le nombre d'incidents à impact, mais tous les incidents ne peuvent pas être évités. Une capacité de réponse aux incidents est donc nécessaire pour traiter rapidement les incidents, minimiser les impacts, réduire les pertes et destructions, couvrir les faiblesses qui ont été exploitées et restaurer les services numériques.

Idéalement, les activités de réponse aux incidents sont menées par l'équipe de réponse aux incidents de sécurité informatique de l'organisation (CSIRT), un groupe qui a été précédemment sélectionné pour inclure la sécurité de l'information et le personnel informatique général ou de la DS. L'équipe peut également comprendre des représentants des services juridique, des ressources humaines, de la communication, et des risques. L'équipe de réponse aux incidents suit normalement un plan de réponse aux incidents (IRP) de l'organisation, qui est un ensemble d'instructions écrites qui décrivent la réponse de l'organisation aux événements du réseau, aux incidents de sécurité et aux bris confirmés.

Cette réponse planifiée aux incidents est une entreprise complexe, l'établissement d'une capacité de réponse aux incidents réussie nécessite une planification et des ressources importante.



La surveillance continue des attaques est essentielle en avant phase. Il est essentiel d'établir des procédures claires pour hiérarchiser le traitement des incidents, tout comme la mise en œuvre de méthodes efficaces de collecte, d'analyse et de communication des données. Il est également essentiel d'établir des relations et d'établir des moyens de communication appropriés avec d'autres groupes internes (par exemple, les ressources humaines, les services juridiques) et avec des groupes externes (par exemple, d'autres équipes de réponse aux incidents (CERT, CSIRT..), les forces de l'ordre).

L'établissement d'une capacité de réponse aux incidents doit comprendre les actions suivantes :

- ▶ Création d'une politique et d'un plan de réponse aux incidents ;
- ▶ Élaboration de procédures pour effectuer le traitement et le signalement des incidents ;
- ▶ Définir des lignes directrices pour communiquer avec des tiers sur les incidents ;
- ▶ Sélection d'une structure d'équipe et d'un modèle de dotation ;
- ▶ Établir des relations et des voies de communication entre l'équipe d'intervention en cas d'incident et d'autres groupes, à la fois internes (par exemple, le service juridique) et externes (par exemple, les forces de l'ordre) ;
- ▶ Déterminer quels services l'équipe d'intervention en cas d'incident devrait fournir ;
- ▶ Recruter et former l'équipe d'intervention en cas d'incident.

Les organisations doivent généralement être prêtes à gérer tout incident, mais elles doivent se concentrer sur leur préparation à gérer les incidents qui utilisent des vecteurs d'attaque courants. Les incidents peuvent se produire de nombreuses façons, il est donc impossible d'élaborer des instructions étape par étape pour gérer chaque incident. Cette publication définit plusieurs types d'incidents, basés sur des vecteurs d'attaque courants; ces catégories ne sont pas destinées à fournir une classification définitive des incidents, mais plutôt à être utilisées comme base pour définir des procédures de manipulation plus spécifiques. Différents types d'incidents méritent différentes stratégies d'intervention.

Les vecteurs d'attaque les plus courants :

- ▶ Support Media externe / amovible : attaque exécutée à partir d'un support amovible (par exemple, un lecteur flash, un CD) ou un périphérique ;
- ▶ Attrition : attaque qui utilise des méthodes de force brute pour compromettre, dégrader ou détruire des systèmes, des réseaux ou des services ;
- ▶ Web : attaque exécutée à partir d'un site Web ou d'une application Web ;
- ▶ Courriel : une attaque exécutée via un message électronique ou une pièce jointe ;
- ▶ Utilisation incorrecte : tout incident résultant d'une violation des politiques d'utilisation acceptables d'une organisation par un utilisateur autorisé, à l'exclusion des catégories ci-dessus ;
- ▶ Perte ou vol d'équipement : la perte ou le vol d'un appareil informatique ou d'un support utilisé par l'organisation, tel qu'un ordinateur portable ou un smartphone ;

9.1.1 Réponse à incident

La réponse sur incident de sécurité pose de nombreuses problèmes « d'opérationnalité » tant sur les aspects techniques que juridiques ou organisationnels. Dans ce chapitre, nous allons tenter d'aborder les différentes méthodologies et outils qui permettent de répondre aux enjeux de



la réactivité en cas d'incident cyber . La réponse à incident, doit s'inscrire dans une organisation cohérente permettant de gérer l'ensemble de la chaîne de traitement d'un incident. On parle de « Gestion des incidents » (*Incident Management*). Cette gestion des incidents est en outre à cheval entre les deux grands processus de la SECOPS, la surveillance-détection et la réponse à incident. Dans ce document nous nous focaliserons sur cette réponse à incident au sens du traitement d'un incident lié à une menace avérée ayant un impact sur les systèmes d'information, et non les événements de sécurité qui ne nécessitent pas d'action immédiate. Ces derniers ne sont bien évidemment pas à négliger.

Un événement est donc toute occurrence observable dans un système ou un réseau. Les événements incluent un utilisateur se connectant à un partage de fichiers, un serveur recevant une demande de page Web, un utilisateur envoyant un e-mail et un pare-feu bloquant une tentative de connexion. Les événements indésirables sont des événements ayant une conséquence négative, tels que les pannes du système, les inondations de paquets, l'utilisation non autorisée des priviléges système, l'accès non autorisé aux données sensibles et l'exécution de logiciels malveillants qui détruisent les données. Ce guide ne traite que des événements indésirables liés à la sécurité informatique, pas ceux causés par des catastrophes naturelles, des pannes de courant, etc.

Un incident de sécurité informatique est une violation ou une menace imminente de violation des politiques de sécurité informatique, des politiques d'utilisation acceptable ou des pratiques de sécurité standard ou simplement une menace active ayant un impact sur l'activité de l'entreprise, on peut citer des cas classiques comme : Exemples d'incidents2 :

- ▶ Un attaquant pilote botnet pour générer un DDOS sur un site WEB important de l'entreprise ;
- ▶ Les utilisateurs sont amenés à ouvrir un document envoyé par e-mail contenant un malware ou utilisant une vulnérabilité pour exécuter un outil qui infecte leurs ordinateurs pour établir des connexions avec un hôte externe, ou pour chiffrer des fichiers pour réclamer une rançon ;
- ▶ Un attaquant obtient des données sensibles et menace que les détails soient rendus publics si l'organisation ne paie pas une somme d'argent désignée.
- ▶ Un utilisateur fournit ou expose des informations sensibles à des tiers via des services de partage de fichiers poste à poste, ou en utilisant des services non déclarés (Shadow IT)

9.1.2 Terminologie

La réponse à incident est le processus qui permet de déployer les moyens nécessaires pour traiter un événement de sécurité classé comme incident de sécurité. Un incident de sécurité peut être enregistré en provenance de systèmes de sécurité, de veille ou d'audit. Le besoin d'intervention peut être immédiat comme différé. La réponse peut nécessiter des équipes de compétences larges comme expertes sur un domaine donné. L'intervention peut nécessiter des moyens techniques importants ou pas, et mettre en isolation tout ou partie d'un système d'information.

La **gouvernance** de la réponse aux incidents consiste à planifier à l'avance et de disposer un plan d'opération avant qu'il ne soit nécessaire. Plutôt que d'être un processus axé sur l'information, il s'agit d'une fonction globale qui permet à une organisation de prendre des décisions rapides avec des informations fiables dans un contexte où la continuité d'activité ou l'image de l'entreprise est menacée. Non seulement le personnel technique des services informatiques et de sécurité est impliqué, mais aussi des représentants d'autres aspects clés de l'entreprise. La réponse à incident interpelle dans son mode d'opération, la gestion des plans de continuité et de reprise



d'activité, la gestion de crise, l'interaction juridique et contractuelle ainsi que l'a gestion des relations avec les services de l'état (CNIL, ANSSI, Police et Gendarmerie ...).

Je vous propose quelques éléments de terminologie avec la correspondance anglo-saxonne afin de se repérer dans les usages et trouver de l'information pertinentes lors de vos recherches sur Internet :

- ▶ **Investigations Numériques** : *Digital Investigation* ;
- ▶ **Analyse légale** : *Forensic (Infoforensic)* ;
- ▶ **CERT** : *Computer Emergency Response Team* ;
- ▶ **CSIRT** : *Computer Security Incident Response Team* ;
- ▶ **Gestion des Incidents** : *Incident Management* .

9.1.3 Définitions

Incident

Un incident de sécurité, correspond donc à la conséquence d'un ou plusieurs événements de sécurité ou un évènement de sécurité majeur. Pour un **événement**, il n'y a pas de conséquence alors que pour un **incident** il y a un impact sur l'un des critères de sécurité DICA (Disponibilité, Intégrité, Confidentialité, Auditabilité).

Cette distinction a toujours existé, en effet l'ISO/IEC 27001 l'a reprise de l'ISO TR 18044 :2004 (aujourd'hui remplacée par l'ISO/IEC 27035) qui l'avait elle-même reprise de l'ISO TR 13335-2 :1997.

Concrètement, un événement peut donc être :

- ▶ soit la découverte d'une vulnérabilité ;
- ▶ soit la constatation d'une non-conformité ;
- ▶ soit une altération, une perte ou une atteinte à l'information ;
- ▶ soit une altération ou une perte d'un élément du système d'information, d'un élément de configuration du SI ou d'un actif non-IT ;
- ▶ soit un ensemble corrélé d'indicateurs avertissant d'un comportement non sollicité ou malveillant ;

Un événement peut donner lieu à un **traitement préventif** dans la mesure où aucun impact n'a été identifié, par exemple la découverte d'une vulnérabilité. Un **incident donne quant à lui obligatoirement lieu** à un « traitement curatif » car un impact a été identifié. Ce qui motive la requalification d'un événement en incident doit impérativement être basé sur une décision humaine en fonction d'une estimation de l'impact. Néanmoins avant de s'engager dans la descriptions des activités liées à la réponse à incident cybersécurité, je souhaitais évoquer les bonnes pratiques ITIL qui donnent des pistes sur l'organisation de la gestion d'incident. Il ne faut en effet pas considérer la réponse à attaque comme une activité que technique bien que l'urgence nécessite le plus souvent de passer outre les processus classiques de traçabilité.



9.1.4 Sources Incidents

Il existe différents types d'incidents de sécurité et des moyens de les classer. Ce qui peut être considéré comme un incident pour une organisation peut ne pas être aussi critique pour une autre. tous les incidents ne proviennent pas de SIEM. En effet le déclenchement d'incident peut avoir différentes sources.



FIGURE 9.1 – Les axes de la gestion des cyber-Incidents

Voici quelques exemples d'incidents relativement courants :

- ▶ Une attaque par déni de service distribué (DDoS) contre les services cloud critiques ;
- ▶ Infection par un logiciel malveillant ou un rançongiciel qui a chiffré des fichiers d'entreprise critiques sur le réseau de l'entreprise ;
- ▶ Une tentative de phishing réussie qui a conduit à la divulgation d'informations personnelles identifiables des clients ;
- ▶ Perte ou vol, d'un ordinateur portable non chiffré avec des informations sensibles ;
- ▶ découverte sur internet (Darkweb) de données sensibles appartenant à l'entreprise.

9.1.5 Parcours

Selon le SANS Institute, la réponse est construit autour de six phases clés d'un plan de réponse aux incidents :

- ▶ **Préparation** : préparer les utilisateurs et le personnel informatique à gérer les incidents potentiels en cas de survenance ;
- ▶ **Identification** : déterminer si un événement peut être qualifié d'incident de sécurité.
- ▶ **Confinement** : limiter les dommages de l'incident et isoler les systèmes affectés pour éviter d'autres dommages ;
- ▶ **Éradication** : recherche de la cause première de l'incident et suppression des systèmes affectés de l'environnement de production ;

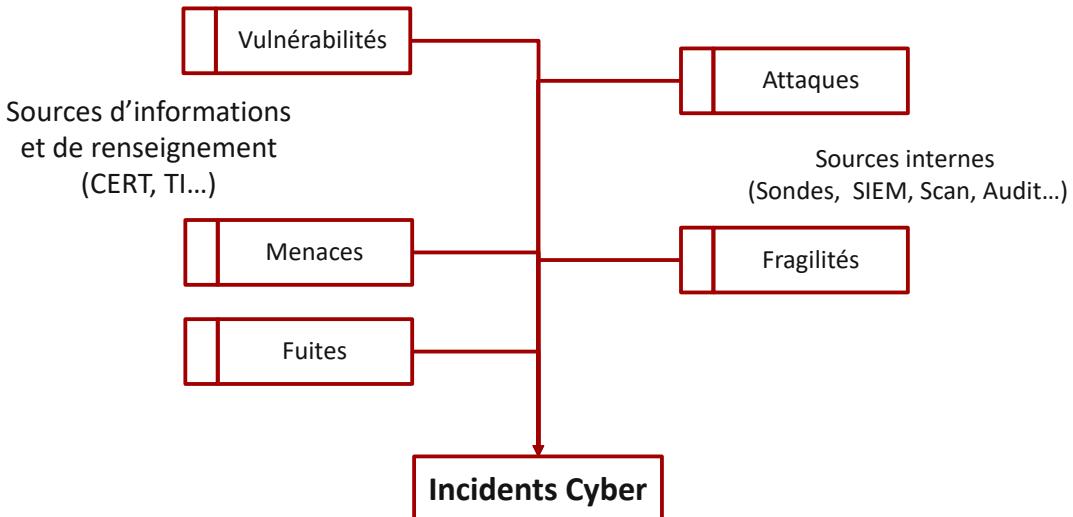


FIGURE 9.2 – Les axes de la gestion des cyber-incidentes

- ▶ **Récupération** : autoriser les systèmes affectés à réintégrer l'environnement de production et garantir qu'aucune menace ne subsiste.;
- ▶ **Leçons apprises** : Remplir la documentation de l'incident, effectuer une analyse pour tirer des leçons de l'incident et potentiellement améliorer les efforts d'intervention futurs.

Nous allons toutefois explorer la gestion de l'incident au quotidien sur la base de trois actions fondamentales qui dans l'ordre correspondent au niveau de maturité d'une entreprise en terme de réponse à incident :

- ▶ **Réagir** : premier processus, si nous pouvons le nommer ainsi est la réaction immédiate en cas d'incident. Une entreprise peu ou pas organisée commence par découvrir les techniques de réponse à incident par cette première action. Cette réaction peut être complétée par des mécanismes (juridiques) de **neutralisation** de la menace.
- ▶ **Enquêter** : Si la réaction pour réduire l'impact ou neutraliser l'attaque est au coeur de la réponse à incident, il est nécessaire de rapidement lancer l'analyse de causes et origines de l'incident. Ce domaine d'action qui regroupe l'analyse post-mortem et l'inforensic.
- ▶ **Anticiper** : Organiser ses mécanismes de réponse (moyens et compétences), intégrer le processus de réponse à incident Cyber dans les mécanismes ITIL de gestion des incidents, organiser une cellule de CSIRT.

Dans certains ouvrages, le cycle des gestions d'incidents informatiques peut être présenté en sept phases : Préparation, Détection, Identification, Isolement, Éradication, Restauration et Activités Post-Incident.

Il est important de différencier les phases de Détection et d'Identification des autres. La première étape consiste à découvrir la présence d'une cyber-attaque ce que j'ai présenté pour ma part dans la partie « Threat Detection » alors que la deuxième est composée de l'ensemble des investigations et analyses forensiques permettant de déterminer le type d'attaque et son étendue, d'identifier l'ensemble des systèmes et comptes infectés, ainsi que de préparer un plan d'action



MAINTENIR LA CONTINUITE D'ACTIVITE

Incidents



FIGURE 9.3 – Incidents

pour répondre activement à la cyber-attaque (Isolation, Éradication et Restauration). C'est ces phases que nous traiterons comme le processus de gestion des incidents.

9.2 ANTICIPER

9.2.1 Les bons reflexes

Anticiper la réponse à incident, c'est s'organiser pour assurer rapidement un certain nombre de fonction d'action rapide :

- ▶ Conduire une levée de doute rapide pour s'assurer qu'il ne s'agit pas de faux positifs.
- ▶ Mobiliser une équipe d'investigation à fin de déterminer la cause de l'incident, d'identifier les vecteur d'infection et de propagation de l'attaquant,
- ▶ Qualifier les impacts immédiat et avenir, construire un plan de défense le cas échéant ;
- ▶ Mettre en sûreté des systèmes critiques (cœur de confiance serveur de sauvegarde, etc.) qui seront nécessaires pour assurer la survie métier en particulier en cas d'incident à un impact destructeur comme les rançons logiciel activer les plans de contournement et des procédures en mode dégradé
- ▶ et enfin mobiliser surtout les bonnes compétences notifier les agences et les régulateurs déclencher le cas échéant les assurances Cyber.

Cela ne s'improvise pas, et nécessite d'avoir structurer sa réponse à incident.

9.2.2 Etablir un processus de management

Résilience

On ne peut pas parler de réponse à incident dans un contexte d'attaque informatique sans parler de résilience.

La cyber-résilience ou la résilience numérique est la capacité d'un système d'information à résister à une panne ou une cyber-attaque et à revenir à son état initial après l'incident, ou bien



comme la faculté d'une structure quelconque à retrouver ses propriétés initiales après une altération significative. La notion peut s'appliquer aussi bien à un système physique ou un système d'information, qu'à un individu ou une organisation.

Elle se traduit pour cette organisation par sa capacité de continuer à fonctionner et de résister à des agressions internes comme externes, volontaires ou non.

Le niveau de résilience se mesure avec des critères tels que la structure de l'organisation mise en place, les ressources humaines consacrées au fonctionnement du système, la redondance et le durcissement des systèmes et des équipements, les procédures en place, des compétences acquises à travers une formation et un entraînement dédiés, la connaissance fine de l'état de fonctionnement du système et la capacité à diagnostiquer une défaillance potentielle.

Sur le cyber-espace, la cyber-résilience implique donc de se préparer et de prendre les mesures adaptées pour assurer le rétablissement d'un système. Par ailleurs, dans le monde cyber dans l'entreprise l'incertitude peut régner dans l'usage :

- ▶ sur la sécurité des systèmes (virus déployés dont les effets ne sont pas maîtrisés),
- ▶ l'intégrité du système n'est plus garantie,
- ▶ l'activité du système peut être dégradée (données corrompues ou altérées) ou inopérante (communications inactives),
- ▶ les risques de propagation des menaces sont augmentés si les interconnexions entre systèmes restent ouvertes,

Cette résilience peut nécessiter des bascules vers des modes dégradés, avec l'isolation ou l'arrêt de certaines sous-systèmes. Ce type de décision nécessite de circuit de décision rapide et court.

C'est dans un cadre de cette continuité d'activité que se situent la majorité des référentiels de management de l'incident de sécurité.

Résilience et continuité d'activité

La capacité d'un système à résister à une panne ou une cyber-attaque et à revenir à son état initial après l'incident sera indifféremment appelé dans ce document résilience ou continuité d'activité.

9.2.3 L'intégration dans la gestion des incidents ITIL

ITIL (« Information Technology Infrastructure Library » pour « Bibliothèque pour l'infrastructure des technologies de l'information ») est un ensemble d'ouvrages recensant les bonnes pratiques (« best practices ») du management du système d'information.

La Gestion des incidents vue du côté d'ITIL inclut tout événement qui perturbe, ou pourrait perturber, un service. Ceci inclut les événements communiqués directement par les utilisateurs, via le Centre de services, une interface web ou autrement. Ce processus appartient au sens ITIL à l'étape Service Operation(SO) du cycle de vie d'un SI.

Même si les incidents et les demandes de service sont rapportés au Centre de services, cela ne veut pas dire qu'ils sont de même type. Les demandes de service ne représentent pas une perturbation de service comme le sont les incidents. Voir le processus Exécution des requêtes pour plus d'information sur le processus qui gère le cycle de vie



Les objectifs du processus de Gestion des incidents sont :

- ▶ Veiller à ce que des méthodes et des procédures normalisées soient utilisées pour répondre, analyser, documenter, gérer et suivre efficacement les incidents.
- ▶ Augmenter la visibilité et la communication des incidents à l'entreprise et aux groupes de soutien du SI.
- ▶ Améliorer la perception des utilisateurs par rapport aux TI via une approche professionnelle dans la communication et la résolution rapide des incidents lorsqu'ils se produisent.
- ▶ Harmoniser les activités et les priorités de gestion des incidents avec ceux de l'entreprise.
- ▶ Maintenir la satisfaction de l'utilisateur avec la qualité des services du SI.

Généralement, cette gestion d'incident s'inscrit dans une chaîne d'outillage avec des processus permettant de définir l'état ou le statut de l'incident.

- ▶ **Nouveau** : un incident est soumis, mais n'a pas été assigné à un groupe ou une ressource pour résolution.
- ▶ **Assigné** : un incident est assigné à un groupe ou une ressource pour résolution.
- ▶ **En traitement** : l'incident est en cours d'investigation pour résolution.
- ▶ **Résolu** : une résolution a été mise en place.
- ▶ **Fermé** : la résolution a été confirmée par l'utilisateur comme quoi le service normal est rétabli.

On ne peut toutefois pas oublier, que la gestion de la sécurité dans une entreprise mature, doit s'intégrer aux processus IT de l'entreprise et de remarquer que certaines activités de sécurité peuvent aussi s'intégrer dans un respect du référentiel ITIL.

- ▶ Le centre de services (service desk) cf le niveau 1 d'un « Security Operation Center »;
- ▶ La gestion des incidents (incident management);
- ▶ La gestion des problèmes (problem management);
- ▶ La gestion des changements (change management) voir les mécanismes de couverture de vulnérabilités (patch management par exemple);
- ▶ La gestion des mises en production (release management);
- ▶ La gestion des configurations (configuration management).

Dans ces processus le cycle de vie de l'incident suis un cycle connu et reconnu :

- ▶ **Identification** : détecter ou rendre compte d'un incident;
- ▶ **Enregistrement** : les incidents sont enregistrés dans le système de gestion des incidents;
- ▶ **Classement** : les incidents sont classés par priorité;
- ▶ **Priorisation** : l'incident est classé par ordre de priorité, sur la base de son impact et de son urgence, pour une meilleure utilisation des ressources et du temps disponible par l'équipe de support;
- ▶ **Escalade** : l'équipe de support doit-elle obtenir de l'aide de la part d'un autre service ? Si oui, on engage une procédure de demande de service sinon, la résolution de l'incident s'effectue au niveau du support initial.



- ▶ **Diagnostic** : révélation du symptôme complet de l'incident;
- ▶ **Résolution et rétablissement** : une fois que la solution est trouvée et que la correction est apportée alors l'incident est résolu; La solution peut alors être ajoutée à la base des erreurs connues dans l'optique de résoudre plus rapidement un incident similaire dans le futur.
- ▶ **Clôture de l'incident** : l'enregistrement de l'incident dans le système de gestion du management est clôturé en appliquant le statut « terminé » à celui-ci.

Les standards de gestion d'incidents (NIST 800-61 et ISO/IEC 27035) recommandent d'isoler les systèmes infectés directement après leur détection ce qui n'est pas toujours facile en contexte opérationnel. Cependant, avec des APT, il doit être supposé que de nombreux systèmes informatiques peuvent avoir été compromis. Ainsi, un confinement trop précoce sans analyse concrète de cette présence aura pour conséquence que d'informer le cyber-criminel qu'il est potentiellement découvert. Le cyber-attaquant pourra donc réagir et prendre des contre-mesures telles qu'installer de nouveaux logiciels malveillants, détruire les traces numériques liées à son attaque (méthodes anti-forensiques) ou encore endommager l'environnement. Il faut donc dans ma mesure du possible identifier intégralement la menace avant d'isoler les systèmes infectés et d'éradiquer les souches malveillantes.

9.2.4 La gestion des incidents avec l'ISO 27035

La mise en place d'un processus de gestion d'incidents, qu'il soit totalement intégré à la DSI via ITIL, ou des processus ISO9001 est complexe en entreprise mais les enjeux sont toujours identiques :

- ▶ Améliorer la sécurité de l'information ;
- ▶ Réduire les impacts sur le business ;
- ▶ Renforcer la prévention d'incident ;
- ▶ Assurer la recevabilité des preuves ;
- ▶ Mettre à jour l'appréciation des risques ;
- ▶ Prévention et sensibilisation.

C'est ce que l'on retrouve dans l'ISO 27035, une norme de l'ISO qui structure une organisation sur la réponse à incident autour d'une **politique** de gestion des incidents de sécurité

Ce document de politique définit les éléments structurants. Il doit être pragmatique et adapté aux enjeux et à la taille de l'entité. Une bonne appropriation de cette politique par les salariés est indispensable.

La norme donne un guide des incontournables de ce document :

- ▶ Organisation générale (rôles et responsabilités, processus, équipes internes et externes, service de l'état, régulateurs ou agences nationales,...);
- ▶ Grandes définitions (en particulier événement, incident, alerte et vulnérabilité) ;
- ▶ Sources (techniques, informationnelles et humaines) de remontée d'événements ;
- ▶ Catégorisation et priorisation des incidents suivant des critères à préciser ;
- ▶ Analyse post-mortem et analyse des retours d'expérience ;



- ▶ Activation et fonctionnement de la cellule de réponse aux incidents (CSIRT - Cybersecurity Incident Response Team) comprenant les modalités de notification des incidents majeurs et d'activation de la cellule de crise.
- ▶ Sensibilisation des collaborateurs et formations dédiées.

Les phases de qualification et de décision reposent sur des expertises techniques très diverses en fonction des incidents.

Se lancer dans la construction d'un processus de gestion des incidents en interne ou pour un client en mode service, il est important d'être conscient des expertises nécessaire pour opérer :

Les **expertises techniques** liées à la « **surveillance détection** » qui s'appuient sur les solutions et équipements disponibles (IPS/IDS : intrusion detection / Prevention System, Security Information and Event Management : SIEM, logs locaux, analyseurs réseaux, supervision...), les clients, partenaires et fournisseurs (CERT : Computer Emergency Response Team privés ou étatiques, opérateurs...).

Les expertises dépendent des caractéristiques techniques et fonctionnelles **des systèmes d'information** (technologies, logiciels, architectures, services cloud...). Le niveau de compétence des équipes internes ou externes qui assurent la maintenance conditionne la qualification d'un événement dit incident.

Des **expertises plus orientées vers la réaction** pour traiter la réaction nécessitent des expertises pointues en sécurité (analyse du mode de propagation d'un code malveillant, analyse « forensic » d'un poste de travail compromis...).

Le **niveau de capacité de support technique** ou de gestion de crise (Helpdesk) détermine le temps et la qualité de la réaction à l'incident et sa capacité de limiter les impacts. Les mauvaises décisions prises dans l'urgence pendant un incident sont souvent dues à un manque d'expertise ou d'organisation dans la phase d'organisation de ces plans de réaction à incidents. Ces mauvaises décisions peuvent amplifier les impacts de l'incident voire faire basculer l'entité en crise.

Le champ d'application de la norme est une approche planifiée et structurée :

- ▶ De la détection, de l'analyse et du reporting des incidents de sécurité,
- ▶ De la réponse et du management des incidents de sécurité,
- ▶ De la détection, de l'analyse et du management des vulnérabilités de la sécurité de l'information,
- ▶ De l'amélioration continue de la sécurité de l'information et de la gestion d'incident, dans le cadre plus global du management de « l'incidentologie » et des vulnérabilités.

9.2.5 Et avec la NIST 800-61

Ce référentiel du NIST dénommé « Computer Security Incident Handling Guide » donne des recommandations intéressante. Contrairement au normes ISO, l'intérêt des documents de NIST c'est qu'ils sont accessibles et concrets. GUIDE 800-61 ↗¹

Entre ISO 27035 et NIST 800-61, Les deux normes fondent la gestion des incidents sur une approche cyclique assez comparable :

Cycle de gestion des incidents dans NIST SP 800-61 :

1. <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-61/rev-2/final>



- ▶ Préparation
- ▶ Détection et analyse
- ▶ Confinement, éradication et récupération
- ▶ Activité post-incident

Cycle de gestion des incidents dans ISO / IEC 27035 :

- ▶ Planifier et préparer
- ▶ Détection et signalement
- ▶ Évaluation et décision
- ▶ Réponses
- ▶ Leçons apprises

Les deux normes fournissent des recommandations détaillées sur l'équipe d'intervention en cas d'incident et les politiques et procédures de gestion des incidents. À mon avis, ces deux éléments sont essentiels pour une gestion efficace des incidents - pas les outils techniques. Donc, si vous commencez à développer des capacités de gestion des incidents dans votre organisation, concentrez-vous d'abord sur ces deux. Des procédures opérationnelles standard constamment améliorées aideront votre équipe à être efficace. Ils peuvent également aider à automatiser une partie des tâches. Le NIST 800-61 propose une liste de contrôle de gestion des incidents, avec 9 phases simples à appréhender. Cette liste de contrôle est le premier stade de ce qui doit être maîtrisé, et les personnes en charge de réponses aux incidents doivent savoir comment exécuter les étapes contenues dans cette liste. L'ISO / CEI 27035 se concentre davantage sur une organisation elle-même que les bonnes pratiques et le partage. C'est la combinaison des deux qui permet de se préparer correctement. Je conseille aussi la lecture d'un document assez ancien (décembre 2006) mais intéressant pour organiser une petite équipe issu de l'ENISA Guide de création d'un CSIRT pas à pas ↗²

9.2.6 Continuité d'activité avec l'ISO 22301

Autour de la gestion de la résilience, il existe un cadre normatif qui permet d'organiser les plans de continuité d'activité qui sont le pendant opérationnel de la DS1 de la gestion de l'incident de cybersécurité. La vocation des plans de continuité d'activité (Business Continuity Plans) est donc de répondre à des situations critiques, souvent rares mais pouvant avoir des impacts graves pour l'entreprise. Ces plans prennent en compte (inondation, incendie, accident industriel), on intègre de plus en plus souvent des risques de conflit social, des attaques cyber de grande ampleur, des ruptures de service d'un prestataire ou sous-traitant. La démarche pour concevoir son système de management de la continuité d'activité est l'objet de la norme ISO 22301. Une étape initiale consiste à analyser les impacts métiers (Business Impact Analysis) pour identifier les activités critiques et les besoins de reprise. La norme ISO 22317 fournit un cadre et des bonnes pratiques pour réaliser cette analyse. La norme ISO 22301 est intitulée « Sécurité sociétale — Systèmes de management de la continuité d'activité — Exigences ». Elle constitue un outil des organisations « pour anticiper et gérer la continuité de leurs activités » et « délivre des lignes directrices pour la mise en place d'un système de management spécifique et efficace ». Elle a été publiée dans sa première version en

2. <https://www.enisa.europa.eu/publications/csirt-setting-up-guide-in-french>



2012, puis révisée en 2019. Cette norme remplace des standards qui étaient jusque-là nationaux, comme celui par exemple britannique (BS-25999).

En effet, lorsque toutes les stratégies de défense ont échoué et que la crise survient il est important de définir une cadre de résilience : Comment l'entreprise peut-elle continuer à fonctionner, rétablir ses activités le plus rapidement possible et essayer de minimiser son impact ?

C'est pour répondre à ces questions que cette norme ISO 22301 a été construite. Aujourd'hui encore, de nombreuses PME qui subissent une cyberattaque incapacifiante ne survivent pas . C'est souvent par un manque de en place d'une gestion de la continuité d'activité. La cyber résilience encore un parent pauvre de la cybersécurité, non pas le manque travaux, mais simplement pas la non prise de conscience du risque de rupture totale de l'activité par des attaques informatiques.

La norme ISO 22301 se fixe comme objectif de spécifier les exigences pour planifier, établir, mettre en place et en œuvre, contrôler, réviser, maintenir et améliorer de manière continue un système de management documenté afin de se protéger des incidents perturbateurs, réduire leur probabilité de survenance, s'y préparer, y répondre et de s'en rétablir lorsqu'ils surviennent.

En résumé, elle aide les organisations « à se montrer mieux préparées et plus solides face à des interruptions de toutes sortes » grâce notamment à la création d'un système de management de la continuité d'activité. Ce système de management de la continuité permettra également de s'assurer que les objectifs de la continuité soient alignés avec ceux de l'entreprise et de la direction

Cette norme a été rédigée de façon générique pour englober le plus de situations possibles et pouvoir être appliquée dans des organisations de tous types et de toutes tailles . Les exigences spécifiées dans la norme le sont de manière « relativement brève et concise » afin de pouvoir servir de base pour la certification. Pour avoir un peu plus de détaille, vous pouvez consulter la norme ISO 22313 donne les bonnes pratiques de la Continuité d'activité.

9.3 REAGIR

9.3.1 La gestion de l'incident au quotidien

De l'alerte à l'incident

Comme nous avons vu dans le chapitre sur la détection des attaques certains événements peuvent conduire à des alertes. Le terme alerte est ici synonyme d'alarme. Ces alertes doivent être analysées par des analystes (Ingénieur SOC par exemple) pour caractériser si un événement ayant atteint à un niveau d'alerte doit être traité comme un incident de sécurité. L'alerte positionne les équipes dans un état de vigilance toutefois l'enregistrement d'un événement en incident engage les processus de réponse à incident. La question majeure est de savoir qui mobiliser pour gérer l'incident. A l'image d'une alarme incendie, l'analyse de l'évènement qui à lever cette alarme doit être rapidement effectuée afin de valider l'événement comme devant être pris en charge par un processus dédié. Ce processus de vérification, est important pour éviter des FAUX POSITIF qui risquent de mobiliser des équipes de manière inadaptée.

Tout incident qui n'est pas correctement confiné et traité peut, et généralement, dégénérer en un problème plus important qui peut finalement conduire à une violation de données dommageable, à des dépenses importantes ou à l'effondrement du système. Une réponse rapide à un



incident aidera une organisation à minimiser les pertes, à atténuer les vulnérabilités exploitées, à restaurer les services et les processus et à réduire les risques que posent les incidents futurs.

L'incident

La problématique de la réaction à un incident dit « cyber » c'est que ce type d'incident peut mettre en doute la confiance que l'on peut avoir dans son propre système d'information. Comme ce SI risque d'être utiliser dans les mécanismes pour opérer la réaction, il est aussi important de gérer les critères de confiance et d'usage en mode dégradé. Dans un premier dans nous allons donc partir de principe que le système d'information dispose de mécanisme permettant d'avoir confiance dans les systèmes qui opèrent pendant la réponse à incident. Nous allons aborder la réaction à incident suivant les 3 volets :

- ▶ Remédier et reconfigurer pour limiter l'impact ;
- ▶ Enquêter sur l'incident ;
- ▶ Neutraliser les sources de menaces ;

Il est à noter que la norme donne des éléments d'organisation mais manque d'aspect pratique avec par exemple des fiches reflexes.

Priorisation de l'évènement

Comme un événement est un changement observable du comportement normal d'un système, d'un environnement, d'un processus, d'un flux de travail, il est important de classifier ce changement dans un mécanisme de priorisation. Il existe trois types de classification de base :

- ▶ **Normal** : un événement normal n'affecte pas les composants critiques ni ne nécessite de contrôle des modifications avant la mise en œuvre d'une résolution. Les événements normaux ne nécessitent pas la participation du personnel supérieur ou la notification de la direction de l'événement. **Escalade** - un événement escaladé affecte les systèmes de production critiques ou nécessite la mise en œuvre d'une résolution qui doit suivre un processus de contrôle des modifications. Les événements escaladés nécessitent la participation du personnel supérieur et la notification des parties prenantes de l'événement. **Urgence** - une urgence est un événement qui peut :
 - avoir un impact sur la santé ou la sécurité humaine ;
 - enfreindre les contrôles primaires des systèmes critiques ou sensibles de l'entreprise ;
 - affecter matériellement les performances des composants ou en raison de l'impact sur les systèmes de composants empêcher les activités qui protègent ou peuvent affecter la santé ou la sécurité des individus ;
 - être considéré comme une urgence par la politique de sécurité de l'entreprise .

9.3.2 Remédiation

Une question qui se pose lors d'une reprise d'activité est la confiance que nous avons dans le système. La difficultés après une attaque informatique ou une compromission, ou tout simplement une suspicion c'est la simple question de savoir si nous savons enlever toute la source de l'attaque. Reste-t-il des résidus.



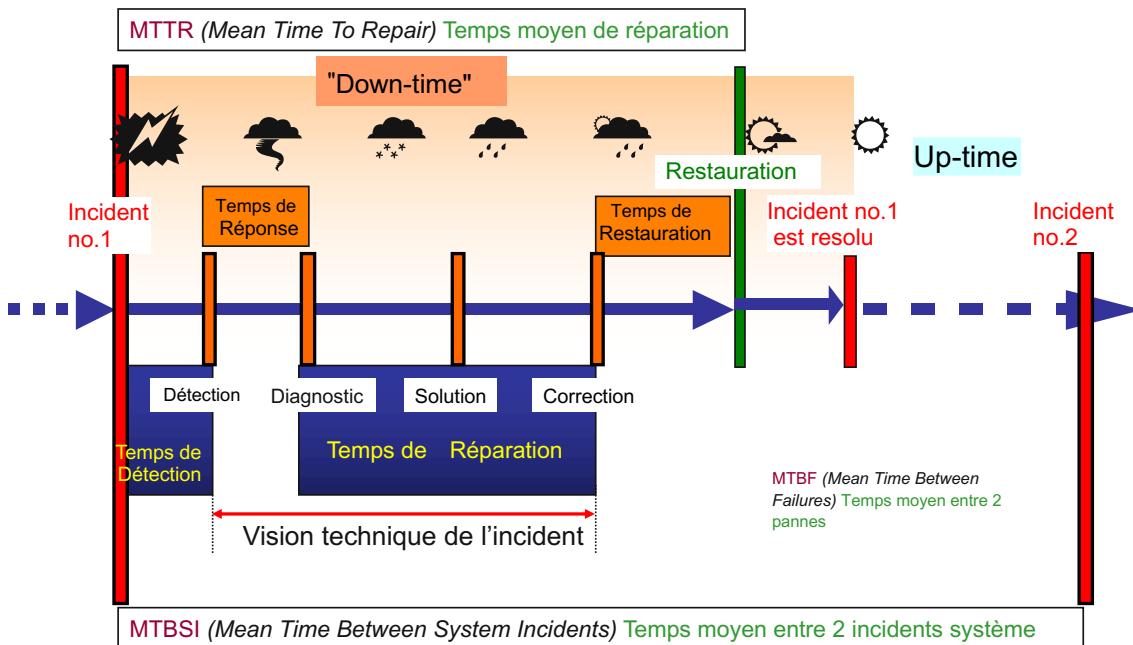


FIGURE 9.4 – Incidents

9.3.3 Aspect juridique de la réaction

9.4 ENQUETER

9.4.1 Analyse de l'attaque

Les enquêtes sur les intrusions visent à vérifier les modes d'attaque à l'œuvre dans les cyber-incidents, à déterminer les activités réseau postérieures aux événements, et à détecter les points terminaux et les comptes utilisateurs additionnels qui ont été compromis. Il est essentiel à la tenue d'une enquête sur une intrusion de tenter de comprendre l'étendue potentielle d'un incident.

9.4.2 Evaluation détaillée des dommages

Les évaluations des dommages consistent pour l'essentiel à identifier les données qui ont été infiltrées ou exposées, ainsi qu'à tenter de comprendre les motivations des cyber-adversaires et la suite possible des événements. Les évaluations peuvent mettre en lumière des enjeux qu'il importe de soulever et renseigner votre entreprise sur les conséquences éventuelles de la perte, de la fuite ou de l'exfiltration de données.

9.4.3 Forensic

9.4.4 Cadre juridique

L'analyse forensique est une science qui s'intéresse à la recherche de preuves sur des supports numériques pour comprendre un comportement, remédier à un incident et aider à prendre des

décisions éclairées. Ces preuves sont des traces, des artéfacts numériques qui fournissent des informations qui, mises bout-à-bout, permettent de dégager un scénario factuel d'évènements et d'apporter des réponses aux questions que peut se poser le demandeur. L'analyse forensique est encore appelée investigation numérique, digital forensics, inforensique ou informatique légale.

Dans une affaire judiciaire impliquant des supports numériques perquisitionnés pour des enquêtes, le juge peut faire appel à un expert judiciaire pour "faire parler" ces supports, pour l'aider dans sa prise de décision. L'expert judiciaire est une personne physique ou morale, professionnelle dans un domaine technique particulier, spécialement habilitée à exercer son expertise dans des dossiers judiciaires sur sollicitation d'un juge. Son avis ne s'impose pas au juge, qui reste libre dans l'appréciation des éléments fournis.

9.4.5 Cadre non-juridique

C'est ce que l'on retrouve le plus souvent avec les entreprises dans un contexte de réponse à incident à la suite d'une attaque du système d'information. Le cas plus fréquent est par exemple l'infection par un ransomware du parc d'une entreprise.

Dans ce type de situation aussi, il y a des sujets sur lesquels se focalisent les analystes en fonction des souhaits du client. Il peut s'agir de trouver qui a fait quoi, comment et quand, et à l'aide de ces éléments, comprendre comment contenir l'incident et surtout comment remédier à la situation au plus vite pour que l'activité reprenne sereinement, si possible.

Tout comme dans le cadre juridique, tout élément trouvé dans les investigations et qui est pénalement repréhensible est à communiquer au commanditaire. Il en est de même de tout écart par rapport à la charte informatique de l'entreprise.

9.4.6 Outilage

Il existe de nombreux outillages pour assister un analyste forensique.

Je engage à aller voir du côté du SANS, avec SIFT Workstation ↗³

9.5 Méthodes et techniques connexes

9.5.1 Sécurité Offensive vs Défensive

📘 Fiche TECHNO : Offensive Security

Un sujet intéressant pour une fiche TECHNO .

9.5.2 Threats Hunting

📘 Fiche TECHNO : Chasse et ATP

Un sujet intéressant pour une fiche TECHNO .

3. <https://digital-forensics.sans.org>



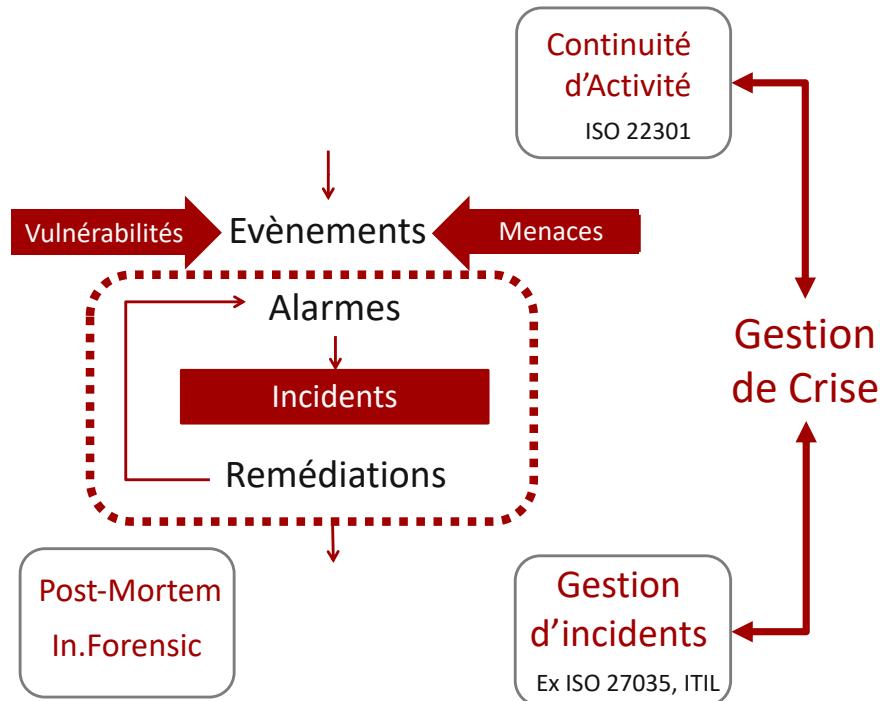


FIGURE 9.5 – Incidents

9.5.3 HoneyPots

Fiche TECHNO : HoneyPots

Un sujet intéressant pour une fiche TECHNO .

9.5.4 Hackback

Fiche TECHNO : Hackback

Un sujet intéressant pour une fiche TECHNO .

9.6 CERT et CSIRT

Idéalement, les activités de réponse aux incidents sont menées par l'équipe de réponse aux incidents de sécurité informatique de l'organisation (CSIRT), un groupe qui a été précédemment sélectionné pour inclure la sécurité de l'information et le personnel informatique général. L'équipe peut également comprendre des représentants des services juridique, des ressources humaines et de la communication. L'équipe de réponse aux incidents suit le plan de réponse aux incidents (Cyber Incident Plan) de l'organisation, qui est un ensemble d'instructions écrites qui décrivent la réponse de l'organisation aux événements du réseau, aux incidents de sécurité et aux violations confirmées.



Un peu d'histoire

Un peu d'histoire, dans les années 80, au cœur du réseau IP les plus célèbre ARPANET, un étudiant de CORNELL UNIVERSITY implanté, sur le réseau, un ver qui se propageait, se répliquait et exploitait les failles de sécurité UNIX de l'époque. Afin d'exterminer ce ver internet, une équipe d'analyse, en compagnie d'experts MIT, a été créée pour identifier et corriger les failles d'une part, et d'autre part développer des solutions d'éradication. A la suite de cet incident, le DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), maîtrise d'ouvrage d'ARPANET, décida la mise en place d'une structure dédiée, le CERT coordination Center, pour résoudre tous types d'incidents sécurité. Le terme CERT est le plus utilisé et le plus connu mais il s'agit d'une marque américaine qui appartient à l'université Carnegie Mellon. Les CSIRT peuvent demander l'autorisation d'utiliser le nom de « CERT ». En 2019, environ 80 CSIRT sont affiliés et autorisés à utiliser cette marque CERT.

Ces CSIRTs peuvent être internes à l'entreprise ou externes de type publique ou commercial.

Dans bien des entreprises, il y a des moments où il est indispensable de faire intervenir des équipes experts externes généralement nécessaires pour faire face à une crise évoluant rapidement. Ces équipes fournissent une assistance d'expertise en fonction de l'étendue et de la gravité de l'incident et de la charge nécessaire à sa remédiation.

Ces équipes de type CSIRT peuvent rapidement apporter les ressources et l'expertise adapté au contexte de l'incident.

Mais il y a beaucoup à faire par retirer tous les bénéfices de ce type de services. Et cela commence par une compréhension claire de la manière dont fonctionne le processus de réponse aux incidents, et ce que l'on attend d'une équipe externe dans une telle situation.

Un CSIRT est généralement une équipe de sécurité opérationnelle, composée d'experts de différents domaines (malwares, test d'intrusion, veille, lutte contre la cybercriminalité, forensics...). Elle est chargée de prévenir et de réagir en cas d'incidents de sécurité informatique.

- ▶ En **prévention**, elle assure notamment une veille sécurité (les nouvelles attaques, les nouveaux logiciels malveillants, les dernières vulnérabilités) pour « connaître » l'état de la menace et évaluer les propres vulnérabilités de son organisation.
- ▶ En **réaction**, elle analyse et traite les incidents de sécurité en aidant à leur résolution.

Le travail de fond d'un CSIRT est de centraliser la réponse à incident toutefois il sert de relais vers l'intérieur de l'organisation (pour prévenir les menaces en informant et sensibilisant) et surtout vers l'extérieur à destination des autres CSIRT et CERT mondiaux et de la communauté cybersécurité.

Les missions d'un CSIRT,

Les missions d'un CSIRT sont nombreuses, mais il est intéressants de prendre les 5 principales définies par le CERTA (CERT de l'Administration Française).

- ▶ Centralisation des demandes d'assistance suite aux incidents de sécurité (attaques) sur les réseaux et les systèmes d'informations : réception des demandes, analyse des symptômes et éventuelle corrélation des incidents ;
- ▶ Traitement des alertes et réaction aux attaques informatiques : analyse technique, échange d'informations avec d'autres CSIRT, contribution à des études techniques spécifiques ;
- ▶ Etablissement et maintenance d'une base de données des vulnérabilités ;



- ▶ Prévention par diffusion d'informations sur les précautions à prendre pour minimiser les risques d'incident ou au pire leurs conséquences;
- ▶ Coordination éventuelle avec les autres entités (hors du domaine d'action) : centres de compétence réseaux, opérateurs et fournisseurs d'accès à Internet, CSIRT nationaux et internationaux.

Il existe plusieurs types de CSIRT :

- ▶ Le CSIRT interne (d'entreprise ou d'une administration / université / Etat...) que l'on trouve dans de grandes entreprises bancaires comme par exemple (Le monde bancaire ayant été précurseurs dans l'utilisation de CERT). Le CSIRT a alors un rôle d'«alerte» et de « cyber pompier », prêt à intervenir pour aider et conseiller l'ensemble du groupe, ses filiales voire ses clients en cas d'incident de sécurité.
- ▶ Les CSIRT «commerciaux». Ce sont des équipes d'experts appartenant à des prestataires de services qui proposent des offres de veille, des réponses à incidents à leurs clients, cela peut être considéré un CSIRT externalisé et mutualisé.

9.6.1 Faire intervenir un CSIRT commercial

Phase d'analyse

La première chose à laquelle souhaite accéder un CSIRT est un présentation de situation la plus clair et concise que possible.

Les organisations qui sont la cible d'une attaque par logiciel malveillant à plusieurs couches, ou d'une intrusion réseau, n'ont souvent pas une idée complète de l'origine ou de l'étendue du problème. Pourtant, il est vital de pouvoir fournir autant de détails que possible. « Normalement, lorsqu'un client entre en contact avec un spécialiste de la réponse à incident, la première chose que l'on veut savoir, est ce qui est en train de se passer », relève ainsi Bob Shaker, directeur des opérations stratégiques, préparation cyber et réponse, chez Symantec.

Un spécialiste de la réponse à incident va vouloir des informations sur ce qui conduit son client à penser qu'il a été compromis, quand et comment il l'a découvert, et encore s'il l'a fait grâce à une source interne ou externe, des autorités locales, par exemple, ou encore un émetteur de cartes bancaires.

Durant la phase d'établissement de l'étendue du problème, il est vital de disposer de personnes internes à l'organisation sachant quelles informations il est possible de fournir au prestataire, qu'il s'agisse de journaux d'activité ou de tout autre élément de preuve.

Le prestataire va utiliser l'information qui lui est fournie pour évaluer l'étendue des dégâts et déterminer le type de ressources , y compris les experts à dépêcher sur place.

La phase de contractualisation

Une fois que le prestataire a eu l'opportunité d'évaluer la situation, il pourra fournir une estimation de ce dont il aura besoin pour son intervention. Le contrat proposé doit généralement contenir des explications détaillées des services qui seront apportés, précisant au passage s'il aidera effectivement à remédier à l'incident, ou s'il ne fera que fournir les informations permettant à son client d'assurer seul la remédiation.



Dans cette phase, il est important de bien comprendre quelle documentation, accès et savoirs seront nécessaires au prestataire. Les entreprises utilisant des applications et des services en mode Cloud sont parfois limitées dans le choix des tiers d'investigation qu'elles peuvent solliciter. Il est donc important d'examiner ces points avant de signer le contrat.

En outre, il est vital d'identifier les compétences que peut apporter le prestataire, ainsi que ses ressources technologiques, ses outils ou encore ses renseignements sur les menaces.

Signer pour un engagement de longue durée avec un prestataire, avant le premier incident, peut s'avérer profitable : ainsi, il n'est pas nécessaire de consacrer un temps critique en plein incident aux détails du processus de contractualisation, ou d'expliquer ses processus internes de réponse aux incident au milieu d'une crise.

Enquêter sur l'incident

Le CSIRT aura besoin de toute l'information possible : logs systèmes et réseau, diagrammes de topologie réseau, images systèmes, rapports d'analyse du trafic réseau, etc.

Souvent, il est tentant de céder à la panique et d'arrêter les systèmes dans la précipitation. Mais pour Shaker, c'est une mauvaise idée : la première chose importante est de ne pas éteindre les systèmes. Une fois qu'un système est éteint, une quantité considérable d'éléments de preuve peuvent être effacés, en particulier tout ce qui réside en mémoire vive.

Les équipes d'investigation utilisent les informations fournies par les entreprises clients, ainsi que celles qu'elles collectent elles-mêmes sur leurs points de terminaison et d'autres sources, via des outils propriétaires, pour identifier des indicateurs de compromission.

C'est après cela que le prestataire est généralement en mesure d'informer son client sur ce qui s'est passé, sur la manière dont l'intrusion est susceptible d'avoir commencé, ou comment le logiciel malveillant a été introduit sur le réseau, et sur quoi faire pour contenir l'incident.

Contrôle et remédiation

L'équipe responsable de la remédiation travaille souvent en tandem avec l'équipe chargée de l'investigation, selon Aldridge. « Nous avons deux flux de travail. Le premier est lié à l'enquête et vise à identifier quels systèmes, comptes et données ont été compromis; le second touche à la remédiation ». Et dès que la première équipe trouve des éléments relatifs à l'incident, elle les transmet à la seconde qui travaille avec le client à la mise en œuvre des mesures correctrices.

9.6.2 Crédit de son équipe CSIRT

Quelles sont les motivations pour créer un CSIRT dans son entreprise :

- ▶ Une augmentation exponentielle du nombre d'incidents sécurité ;
- ▶ Une augmentation du nombre et type d'organisations affectées par des incidents sécurité ;
- ▶ Un focus de la part des entreprises sur le besoin de politiques sécurité dans le cadre de leur management du risque
- ▶ Nouvelles lois et régulations impactant les entreprises en terme de protection des données ;
- ▶ Réaliser que les administrateurs systèmes et réseaux ne peuvent pas protéger l'entreprise à eux seuls.



Un CSIRT est composé de plusieurs experts dans différents domaines de la sécurité (intrusions, forensics, malwares, crypto, etc..) qui préviennent mais surtout réagissent en cas d'incident. Ces experts sont en constante mise à jour des nouveaux vecteurs d'attaques (nouveaux malwares, nouvelles vulnérabilités), tout ceci afin de traiter les incidents de la manière la plus aboutie qui soit. Une véritable équipe CSIRT dans une entreprise à un coût non négligeable, il convient d'en étudier les modalités de fonctionnement et de couverture.

Fiche TECHNO : CSIRT

La création d'un CSIRT dans son entreprise, n'est pas chose facile, c'est un vrai sujet de RSSI dans le sens où des choix sont à faire tant sur les compétences, les moyens, les procédures de travail. C'est un vrai sujet de mémoire pour une fiche TECHNO .

9.6.3 Gestion de crises

Les cyber-attaques sont généralement pilotées par les équipes IT, toutefois la majorité des crises associées à des incidents cyber interpellent toutes les activités de l'entreprise.

9.6.4 Anticiper les crises

L'objectif de l'anticipation est de réduire le risque de survenue et de préparer en amont tout ce qui peut l'être. Cela permet de limiter au maximum les impacts négatifs et d'éviter le risque de sur-accident. Cela se met en place avec les mécanismes de PCA/PRA organisés autour par exemple de la norme ISO 22301.





10. A retenir

10.1 Une synthèse des fondamentaux

Comme nous l'avons vu dans cette 3ième partie du cours SEC101, la sécurité opérationnelle en Cyberdéfense est un ensemble d'actions élémentaires dont l'objectif est de maintenir le niveau de continuité d'activité de l'entreprise en assurant la découverte des vulnérabilités et leur remédiation , la détection des attaques et la mise en vigilance des activités de l'entreprise, et la réaction à incident pouvant conduire à la gestion de crise.

A titre de synthèse des éléments présentés dans les chapitres précédents, je vous propose une synthèse très macroscopique des éléments à retenir.

Les actions de sécurité opérationnelle sont structurées autour d'axes fondamentaux opérés par des métiers différents avec des compétences diverses. Dans une entreprise de faible maturité, la réaction aux incidents est le premier corpus d'action de cyberdéfense. Que ce dernier soit organisé ou pas, l'entreprise fasse à un incident perçu et considéré comme grave pour l'activité économique devra ré-agir et agir.

Dans l'ordre logique de leur rencontre, les 3 grandes fonctions de cyberdéfense de cette sécurité opérationnelle sont :

- ▶ **Répondre** au plus tôt aux incidents de sécurité afin de limiter l'impact des attaques (Equipe et compétences en réponse à incident, forensic, analyse post-mortem, qualification PRIS de l'ANSSI).
- ▶ **Déetecter** au plus tôt les tentatives d'attaques et les attaques en cours afin d'y répondre de manière adaptée en corrigeant si nécessaire les fragilités ayant été utilisées; (Analystes en cybersécurité, SOC, outillage Logs, SIEM, Référentiel PDIS de l'ANSSI)



- ▶ **Rechercher** des fragilités connues, et détecter des vulnérabilités intrinsèques et les corriger avant qu'un attaquant ne les utilisent. (Auditeurs, Pentesteurs, base de vulnérabilités, référentiel PASSI de l'ANSSI)

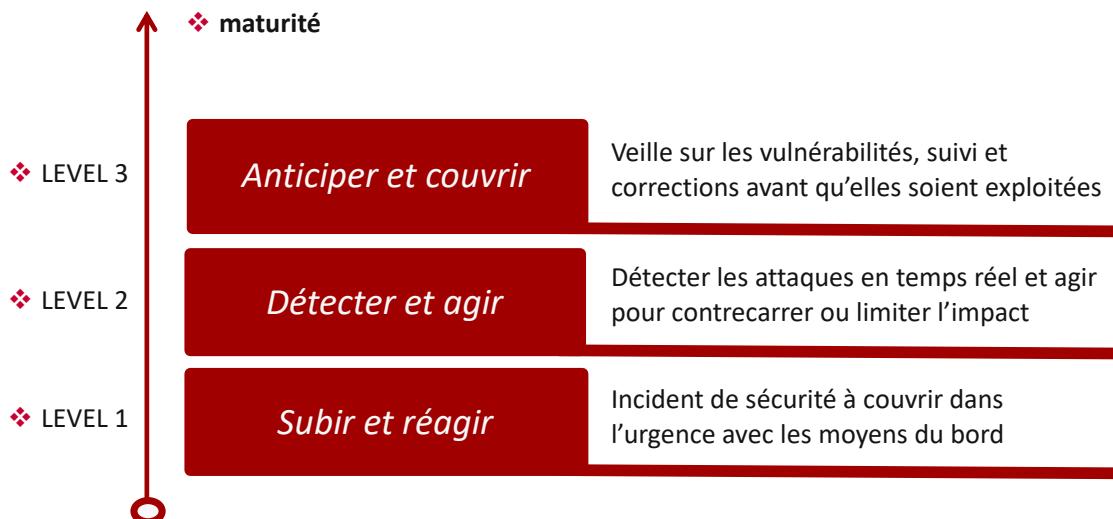


FIGURE 10.1 – maturité et actions prioritaires

10.2 La réponse aux incidents

La réponse à incident est souvent la première activité qui est interpellée dans une entreprise. C'est aux équipes informatiques ou le cas échéant à un prestataire de service qu'incombe dans un premier temps le traitement de l'attaque. Généralement cette attaque est activité, et a concrètement déjà impacté le fonctionnement d'une partie de l'entreprise, ou si cela n'est pas directement le cas, le risque est élevé pour un impact non négligeable.

Les équipes informatiques doivent donc au plus tôt circonscrire l'attaque, déterminer les niveaux d'impact, les risques de propagation, et communiquer à l'environnement managerial les premiers impacts connus ou fortement probables. Par la suite le processus de réponse à incident pourra dérouler ses mécanismes, pour peu qu'il soit organisé et alerte.

A l'image d'un sinistre par le feu, les premières actions sauver ce qui doit l'être ou peu l'être dans le contexte de l'action (sécuriser les actifs), sécuriser l'environnement pour le feu de se propage pas (limiter l'impact), éteindre le feu (circonscrire et bloquer l'attaque). Par la suite, il sera peut être nécessaire d'analyser les causes de l'incendie et d'identifier si le sinistre est intentionnel ou accidentel. Ces analyses sont plutôt du métier de l'enquêteur, qui se trouve le plus souvent du côté des forces de police que des pompiers.

Les étapes du cycle de vie de la gestion d'incidents sont :

- ▶ **Caractériser** rapidement pour identifier les impacts (tout en continuant les investigations) ;
- ▶ **Répondre au plus tôt** pour limiter l'impact (tout en suivant les actions de remédiation et leurs effets) ;



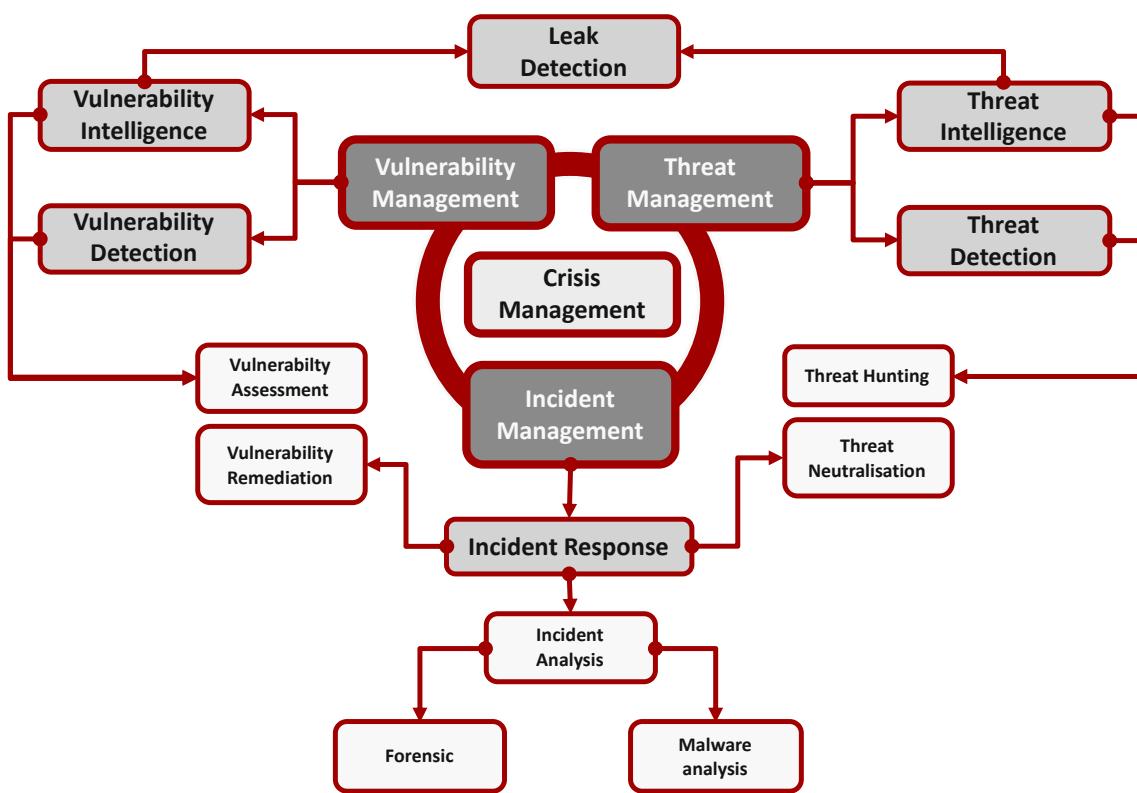


FIGURE 10.2 – Eléments Secops

- ▶ **Apprendre** de l'attaque (Analyse Malware, Forensic, corriger les failles, corriger les postures et mécanismes de réaction) ;
- ▶ Mettre en place de nouvelles « contre-mesures », et rapidement adapter les processus de détection ;
- ▶ **Orienter ses capteurs** vers les menaces pour identifier si possible l'attaquant, et se préparer à d'autres actions de sa part ;
- ▶ **Neutraliser** les sources menaces avec les services spécialisés de l'état.

Il est important de pouvoir répondre aux incidents rapidement, avec efficacité avec une certaine forme de mode réflexe. Toutefois mettre en péril son entreprise à chaque attaque ou incident de sécurité et fonctionner en mode pompier n'est peut être pas la meilleure solution pour maintenir les équipes IT dans un fonctionnement normal et nominal. En effet tous les incidents, évènements ne sont pas du même niveau de gravité, et certain nécessite un analyse préalable afin de déterminer les forces à mettre en oeuvre pour couvrir l'incident. Il est peut être intéressant de regarder comment mettre en oeuvre ces cyber-« vigiles » équipés de capteurs qui leur permettront de détecter et caractériser des alarmes et par la suite de préparer des interventions qui pourront aller jusqu'à l'activation d'équipes spécialisées.

10.3 La détection des attaques

La détection de l'attaque est au coeur du quotidien d'un ingénieur SECOPS, toutefois la veille sur la menace dont l'attaque est la concrétisation doit rester au coeur des préoccupation de la gestion des risques. C'est entre ce deux processus que se dessine les scénario que l'on cherche à détecter. L'adage qui dit que l'on ne trouve que ce que l'on cherche, semble encore beaucoup fonctionner. L'anticipation grâce au renseignement acquis par des outils de veille associée à des mécanismes de remontées d'alertes de menaces peut permet de mettre les équipes SOC dans un état de vigilance (Etat d'alerte). L'ensemble de ces processus est dénommé « **THREAT MANAGEMENT** » .

Dans une activité normale, il y a généralement de nombreux évènements qui permettent de déterminer les écarts de fonctionnement de l'IT de l'entreprise (Nouvelles applications, déviations comportementales, nouveaux utilisateurs, ...). Des équipes de surveillance et de détection d'incident sont à organiser pour assurer cette tache de veille continu, de caractérisation des alarmes et de déclenchement des alertes « **THREAT DETECTION** ». Elles doivent :

- ▶ Disposer des outils permettant de **voir ce qui se passe** dans l'environnement numérique de l'entreprise (Interne sur son SI, externe sur ses partenaires, clients et fournisseurs), mais aussi surveiller l'écosystème technologique et l'environnement de menaces. (Log Management pour son SI, et Veille sur l'externe); Ces outils doivent être alimenter d'informations, renseignements provenant de sources de « **THREAT INTELLIGENCE** »
- ▶ Disposer des moyens pour **détecter** dans les flots de données, d'informations, d'évènements les corrélations qui permettent de détecter la concrétisation d'une menace : une attaque (SIEM) ;
- ▶ Mettre en oeuvre les **mesures** d'analyse des évènements et de **remontée** des alertes au bon niveau de décision ;



- ▶ Disposer d'une équipe apte à **décider** ce qui doit passer mettre l'entreprise en alerte et engager une réponse à incident;
- ▶ Disposer d'un ensemble de **compétences**, pour assurer la mise en place de nouveaux mécanismes, de **nouvelles règles** de détection face aux nouvelles menaces ou aux menaces spécifiques (SOC, expertises menaces).

10.4 La couverture des fragilités

Couvrir ou corriger ses vulnérabilités est certainement l'activité la plus visible de la gestion de sécurité opérationnelle. Elle fait appeler à toutes la panoplie des tests de sécurité dont l'objectif est de découvrir des fragilités Humaines, Organisationnelle, ou Technique qui permettent d'attaquer des actifs dans l'entreprise. Cette couverture des vulnérabilités s'organise autour d'un processus appelé « **VULNERABILITY MANAGEMENT** »

- ▶ Pentest, Bug Bounty, Fuzzing et autres techniques offrent un panel de métier dans le domaine de recherche et l'analyse des failles. La maturité des chaînes de développement dans le domaine du logiciel est encore suffisamment faible pour que l'on continue à trouver des défauts de programmation connues conduisant à des vulnérabilités logicielles.
- ▶ La complexité des systèmes d'information induit aussi une complexité à maîtriser le déploiement de politiques de sécurité sur l'ensemble du périmètre induisant des défauts de configuration laissant ouvertes des portes pour des attaques.
- ▶ La pression du DEVOPS devant rendre opérationnel des codes dont la conception et la vérification ne sont pas optimums, ne facilite pas le déploiement de systèmes robustes.

Le processus de gestion des vulnérabilités « **VULNERABILITY DETECTION** » s'organise donc autour de 2 axes (**wang2009ovm**) :

- ▶ La **détection** de vulnérabilités dans ses actifs basés :
 - sur des catalogues de vulnérabilités connues sur des actifs utilisant des codes externes (Codes Open-source, Progiciels ...);
 - sur la mauvaise configuration de ses actifs dans le contexte de l'entreprise et sur des catalogues de mauvaises configurations.;
 - sur la non conformité aux politiques de sécurité de l'entreprise induisant des failles systémiques.
- ▶ La **recherche** des vulnérabilités utilisant :
 - des techniques de rétro-conception pour rechercher des failles d'implémentation;
 - des techniques d'analyse de code (Basées ou non sur des outils d'analyse de code statique) pour rechercher des erreurs de conception ou de programmation.
 - des services de veille « **VULNERABILITY INTELLIGENCE** » pour accéder à ce que d'autres font en matière de recherche de vulnérabilités (CERT en particulier)



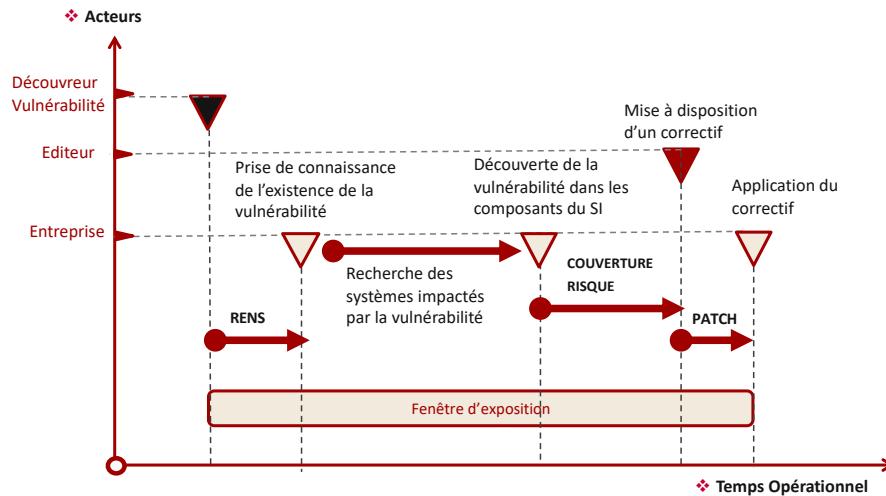


FIGURE 10.3 – patch management en sécurité

10.5 La veille et l'anticipation

La veille reste centrale dans la sécurité opérationnelle et permet d'alimenter les processus de SECOPS :

- ▶ **La veille sur les vulnérabilités** permet de connaître les vulnérabilités apparaissant dans les logiciels ou codes connus que l'entreprise utilise (en ses murs, dans le cloud, ou chez des partenaires, fournisseurs ...) pour peu bien entendu que l'entreprise possède une cartographie exhaustive de ses logiciels. Sinon, elle aura à effectuer des audits ponctuels ou continus pour cartographier et corriger ces failles (en mettant à jour les logiciels ou en trouvant un mécanisme de couverture)
- ▶ **La veille sur les menaces** permet de disposer d'éléments pour alimenter les mécanismes de détection, il peut s'agir :
 - d'adresses mail, d'adresses IP, de nom de domaines malveillants ;
 - d'IOC indice de compromission sorte de signature comportemental d'un code malveillant ;
 - de scénario complexe de nouvelle attaques ;
 - de vulnérabilités « ZERODAY » c'est à dire n'ayant pas encore de « correctifs » disponibles.

La mise en place de mécanismes de veille ciblée sur l'entreprise se rapproche des techniques de renseignement dans l'espace militaire.

- ▶ On y trouve la **détection de compromission** ou de fuites de données en particulier la détection de couple Utilisateurs/Mots de passe sur la base d'adresse mail de l'entreprise, des bases de données clients piratées ;



- Le « **targeting** », c'est à dire la détection d'éléments ou d'information permettant d'alerter l'entreprise qu'une attaque se prépare contre elle ou contre les entreprises du secteur. On y trouve en particulier la lutte AntiDDOS, où il est possible avec un renseignement suffisamment actifs de détecter avec un certains temps d'avance que des adresses IP ou des noms de domaines particuliers vont être ciblées par des « BOTs ».



FIGURE 10.4 – 4 axes à retenir

De manière générale après avoir engager les politiques sur la prévention et la protection, l'entreprise doit investir dans la détection et la réaction.

- Déetecter pour identifier le plus en amont possible une tentative d'attaque, un comportement anormal sur ses réseaux ou une exfiltration de données.
- Répondre, en étant préparé à réagir en cas d'incident de sécurité (attaque virale, DDoS, phishing...) à travers un véritable processus de gestion et de réponse à incident qui va être piloté et mis en œuvre par un équipe de type CSIRT.

De nombreuses entreprises ne disposent pas encore systématiquement de ce type de compétences en interne ; souvent par manque de moyens. Certaines d'entre elles préfèrent faire appel à des CSIRT « commerciaux ». Mais certains CSIRT internes font également appel à ces CSIRT commerciaux pour certaines parties des activités spécifiques (la veille vulnérabilités, par exemple).

Références et Index

Bibliographie 199

Articles

Ouvrages

Figures 199

Index 202

Références

Articles

- (1) Fred B SCHNEIDER. « Cybersecurity education in universities ». In : *IEEE Security & Privacy* 11.4 (2013), pages 3-4 (cf. page 21).
- (2) Bruce SCHNEIER. « Attack trees ». In : *Dr. Dobb's journal* 24.12 (1999), pages 21-29 (cf. page 116).

Ouvrages





Table des figures

1.1 Cybersécurité : un domaine holistique	20
1.2 Processus Cyber d'entreprise	21
1.3 le cyber-risque	24
1.4 La menace : une vision de l'attaquant	24
1.5 Cycle de vie sécurité dans les projets	29
2.1 les grands domaines de métiers	37
2.2 les quelques grandes zones de métiers	38
2.3 les métiers dans le cycle de vie	39
5.1 Exemple d'une encapsulation asymétrique pour un chiffrement de fichier	57
5.2 Les briques à vérifier dans la chaîne de confiance	60
6.1 Les axes du renseignement cyber	66
6.2 Les axes du renseignement cyber	67
6.3 Fusion Center et CSOC	68
6.4 Entrainement	73
6.5 les phases du cycle de vie	74
6.6 Positionnement de la sécurité opérationnelle	77
6.7 Des 3 volets de la sécurité opérationnelle	79
6.8 Les différentes actions de veille	80
6.9 modèle NIST	82
6.10 modèle ISO27 et risques	82



6.11	Synthèse des méta-processus SECOPS	83
6.12	Des métiers SECOPS	84
7.1	les types de vulnérabilités	87
7.2	Les types de vulnérabilités	88
7.3	Tempo faille SMB - google	91
7.4	Le marché des failles mobiles avec Zerodium	94
7.5	Quelques concepts de gestion sur les vulnérabilités	94
7.6	La gestion des vulnérabilités	99
7.7	Fenêtre d'exposition idéale	100
7.8	Fenêtre d'exposition	101
7.9	Rechercher ses vulnérabilités	103
7.10	Les types de tests de vulnérabilités	105
7.11	Les branches du test	106
8.1	Cycle de vie de gouvernance Cyberdef	112
8.2	Un modèle de gestion cyberdéfense	113
8.3	les 4 axes de la gestion de la menace	114
8.4	la gestion active de la menace	114
8.5	la gestion de la menace	115
8.6	la gestion de la menace	116
8.7	Veille cyber, une veille sur les risques	122
8.8	Les sources	123
8.9	Sources de log	130
8.10	Les logs au cœur de la détection	131
8.11	Les niveaux d'outillage	133
8.12	architecture d'un SIEM	137
8.13	Cadre méthodologique	141
8.14	Construction des UseCase	142
8.15	Architecture aléatoire	160
9.1	Les axes de la gestion des cyber-Incidents	171
9.2	Les axes de la gestion des cyber-Incidents	172
9.3	Incidents	173
9.4	Incidents	181
9.5	Incidents	183
10.1	maturité et actions prioritaires	190
10.2	Eléments Secops	191
10.3	patch management en sécurité	194
10.4	4 axes à retenir	195



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 nouvelles architectures de cybersécurité. Malgré la mise en place de mesures et de technologies de protection de plus en plus élaborées, l'impact d'une attaque ayant franchi ces barrières à considérablement augmenté. Ce document élaboré dans le cadre d'un cours d'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 de ce cours sur le déploiement de politiques de cyberdéfense, cet ouvrage décrit quelques éléments essentiels de sécurité opérationnelle permettant de fixer, à partir d'une analyse des risques, des priorités opérationnelles tant sur l'organisation des processus que des architectures de protection, de défense et de résilience.



L'auteur est responsable sécurité de la société Orange Cyberdefense France après avoir dirigé son pôle conseil et audit. Il a occupé différents postes dans de grandes entreprises de services numériques en tant que consultant et opérationnel. Ingénieur des corps techniques de l'armement du ministère des armées, il a exercé pendant plusieurs années à la Délégation Générale pour l'Armement / Maitrise de l'information (DGA/MI) 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 50ième session Armement et Economie de Défense de l'IHEDN (Institut des Hautes Etudes de la Défense National).

ISBN 978-1-98-490114-9



Eléments de sécurité opérationnelle

9 781984 901149