



Mémoire de Master II professionnel

Mention « Risques et environnement »

Spécialité « Risques technologiques et naturels »

Option « Gestion des risques de sécurité civile »

Années 2006-2008

PLAN ORSEC DE ZONE SUD-EST : Analyse des risques de santé publique vétérinaire

Sous la direction du Docteur F. REYMANN

Adjoint au chef d'Etat-major de zone de défense Sud-Est

Chargé de mission « sécurité sanitaire »

Soutenu publiquement par :

Le vétérinaire principal J.P. DEMONCHEAUX

Direction régionale du Service de santé des armées de Lyon

Chef du Secteur vétérinaire de Lyon

Le 09 octobre 2008, Université de Haute-Alsace, Mulhouse

« Les fléaux, en effet, sont une chose commune, mais on croit difficilement aux fléaux lorsqu'ils vous tombent sur la tête. Il y a eu dans le monde autant de pestes que de guerres. Et pourtant pestes et guerres trouvent les gens toujours aussi dépourvus. »

Albert Camus, La Peste

REMERCIEMENTS

A mon épouse et mes 2 enfants, pour leur patience et leur soutien au quotidien dans le développement de mon projet professionnel.

Au Dr F. REYMANN, adjoint au chef d'Etat-major de zone de défense Sud-Est, chargé de mission « sécurité sanitaire », qui m'a proposé ce sujet de mémoire et a bien voulu en prendre la direction. En espérant que notre travail commun continue d'être un des moteurs de la coopération vétérinaire interministérielle dans la gestion des crises sanitaires...

A ma hiérarchie militaire, qui m'a autorisé à suivre cette formation. Remerciements particuliers **au Vétérinaire en chef P. MARTIN**, chef du bureau vétérinaire de la Direction régionale du Service de santé des armées de Lyon, qui a dès le départ cru en l'importance pour le Service de santé des armées de disposer d'une expertise vétérinaire dans le domaine de la gestion des risques et des crises de sécurité civile.

Au Pr J-F. BRILHAC de l'Université de Haute-Alsace **et au LCL C. JEANDEMANGE**, de L'Ecole nationale supérieure des officiers de sapeurs-pompiers, qui œuvrent pour améliorer en continu cette formation transversale pluridisciplinaire, unique et de grande qualité. Pour leur courage, leur très grande sympathie et leur disponibilité.

Aux intervenants du Master pour m'avoir permis d'acquérir la culture du risque et de la crise la plus globale possible.

A mes camarades de promotion, pour avoir contribué à faire de notre groupe une véritable équipe. Pensées toutes particulières **à notre présidente de promotion, Mme F. Pédaillé**, seule femme de la promotion, qui a accepté d'être notre porte-parole même dans les moments les plus délicats.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	p7
1. <u>CADRE, OBJET DE L'ETUDE - MOYENS MIS EN ŒUVRE</u>.....	p10
1.1. CADRE DE L'ETUDE.....	P10
1.2. OBJET DE L'ANALYSE DES RISQUES.....	P11
1.2.1. Risques de santé publique vétérinaire d'impact zonal.....	p11
1.2.2. Exemples d'antécédents.....	p12
1.2.3. Plans d'urgence actuels face à une crise de santé publique vétérinaire.....	p14
1.2.3.1. Genèse.....	p14
1.2.3.2. Des plans à usage départemental, coordonnés à l'échelon régional.....	p14
1.2.3.3. Devenir de ces plans et nécessité d'une approche zonale.....	p15
1.3. MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR CETTE ETUDE.....	P15
1.3.1. Création d'un groupe de travail spécialisé.....	p15
1.3.1.1. Composition du groupe de travail.....	p16
1.3.1.2. Lieu, dates et objet des réunions du groupe.....	p16
1.3.1.3. Adhésion du groupe à la méthodologie d'analyse des risques.....	p17
1.3.2. Méthodologie mise en œuvre.....	p17
1.3.2.1. Constat initial.....	p17
1.3.2.2. Limites des méthodes et outils actuels d'analyse des risques.....	p18
1.3.2.3. Hypothèse de travail.....	p19
1.3.2.4. Recherche d'une méthode à adapter.....	p19
1.3.2.5. Démarche d'analyse des risques retenue.....	p21
2. <u>ANALYSE QUALITATIVE : étude systémique – identification des processus de danger</u>.....	p24
2.1. ETUDE SYSTEMIQUE.....	P24
2.1.1. Notion de système.....	p24
2.1.1.1. Définition.....	p24
2.1.1.2. Système compliqué – système complexe.....	p24
2.1.1.3. Description d'un système.....	p25
2.1.2. Application à la Zone de défense Sud-Est (ZDSE).....	p26

2.1.2.1.	La ZDSE est-elle un système ?.....	p26
2.1.2.2.	Caractérisation du système ZDSE.....	p26
2.1.2.3.	La ZDSE, un système complexe ?.....	p33
2.2.	IDENTIFICATION DES PROCESSUS DE DANGER.....	P35
2.2.1.	Identification des sources de danger.....	p35
2.2.2.	Identification des événements redoutés, des causes d'activation et des conséquences engendrées.....	p35
3.	<u>ANALYSE QUANTITATIVE : estimation et évaluation des événements redoutés</u>	p40
3.1.	ESTIMATION DE LA SURVENUE DES EVENEMENTS REDOUTES.....	P40
3.1.1.	Estimation du niveau de risque.....	p40
3.1.1.1.	Etude de la fréquence.....	p41
3.1.1.2.	Etude de la gravité des dommages.....	p43
3.1.1.3.	Calcul et qualification du niveau de risque.....	p44
3.1.2.	Estimation du niveau de criticité.....	p45
3.1.2.1.	Principe.....	p45
3.1.2.2.	Calcul du niveau de criticité.....	p48
3.1.3.	Interprétation – discussion.....	p49
3.2.	EVALUATION DE LA SURVENUE DES EVENEMENTS REDOUTES.....	P53
3.2.1.	Généralités.....	p53
3.2.2.	Etude des liens directs entre les événements redoutés.....	p55
3.2.3.	Etude des liens indirects entre les événements redoutés.....	p59
3.2.4.	Exploitation sur un exemple précis.....	P60
3.3.	COMPLEMENTARITE ENTRE ESTIMATION ET EVALUATION DES EVENEMENTS REDOUTES.....	P62
	CONCLUSION.....	p64
	GLOSSAIRE.....	p66
	BIBLIOGRAPHIE.....	p67
	Liste des figures.....	p70
	Liste des tableaux.....	p71
	Liste des annexes.....	p72

INTRODUCTION

Institué en 1952 comme réponse du gouvernement en cas de sinistre important touchant un département, le dispositif d'Organisation des secours (ORSEC) a été complété en 1988⁽¹⁾ par la création de 2 niveaux supradépartementaux d'organisation des secours et l'instauration des plans ORSEC zonaux et du plan ORSEC national. Le faible recours au plan ORSEC départemental, la multiplicité des plans d'urgence qui sont des réactions particulières face à des risques identifiés (plans particuliers d'intervention, plans de secours spécialisés, plan rouge...) et l'apparition de nouveaux types de risque ont souvent relégué le plan ORSEC en seconde priorité en termes de suivi et de mise à jour. Alors que l'ORSEC devait être la clé de voûte du dispositif de planification. Le plan ORSEC national et les plans ORSEC zonaux n'ont d'ailleurs jamais été élaborés⁽²⁾.

En 2004, la loi dite de modernisation de la sécurité civile⁽³⁾ a profondément remanié la doctrine ORSEC. Tout en gardant le même acronyme, l'ORGanisation des SECours devient un dispositif d'Organisation de la Réponse de SEcurité Civile. Ce qui lui confère une ampleur nouvelle par la constitution d'un réseau de sécurité civile, la création d'une véritable doctrine opérationnelle, la réalisation d'exercices comme aboutissement du processus de planification et l'utilisation du retour d'expérience comme moteur de l'amélioration continue du dispositif. ORSEC devient donc un outil unique de réponse opérationnelle face à une crise, qu'il s'agisse d'une catastrophe naturelle, technologique, d'une attaque terroriste ou d'une crise sanitaire...⁽⁴⁾

Au sein de cette nouvelle doctrine et en application du décret 2005-1157⁽⁵⁾, le plan ORSEC zonal « fixe » :

- L'appui adapté et gradué que la zone de défense peut apporter au dispositif opérationnel ORSEC départemental lorsqu'une catastrophe affecte deux départements

⁽¹⁾ Anonyme, *Décret n°88-622 du 6 mai 1988 relatif aux plans d'urgence, pris en application de la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs*, Paris, Journal officiel de la République française, 1988.

⁽²⁾ Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile)*, Lyon, 2008.

⁽³⁾ Anonyme, *Loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile*, Paris, Journal officiel de la République française, 2004.

⁽⁴⁾ Direction de la défense et de la sécurité civiles, *Guide ORSEC départemental, méthode générale, tome G-1*, Paris, NAVIS, 2006.

⁽⁵⁾ Anonyme, *Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC et pris en application de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile*, Paris, Journal officiel de la République française, 2005.

au moins de la zone ou que les capacités de ce dernier sont insuffisantes par l'ampleur, l'intensité, la cinétique ou l'étendue de l'événement ;

- Les mesures de coordination et d'appui adaptées et graduées face à des événements affectant tout ou partie du territoire de la zone de défense ;
- Les moyens d'intervention que la zone peut mobiliser face à un événement dépassant les capacités d'un département ;
- Les relations transfrontalières en matière de mobilisation des secours »⁽¹⁾.

En Zone de défense Sud-Est (ZDSE), le plan ORSEC zonal est construit sur l'architecture fournie en Annexe 1. Le livre II de ce plan traite plus spécifiquement de l'analyse des risques et des effets potentiels des menaces. Quatre types de risques y sont étudiés : les risques naturels, les risques technologiques, les risques sociétaux et les risques sanitaires⁽¹⁾.

Les risques sanitaires vétérinaires revêtent des enjeux multiples : santé publique animale et humaine (les deux étant étroitement liées), économie, préservation des écosystèmes, opinion publique, médias... Depuis une dizaine d'années, ont été élaborés des plans d'urgence essentiellement pour lutter contre les épizooties majeures. Sous l'impulsion de la réforme du dispositif ORSEC, les plans de lutte contre les épizooties majeures ont vocation à devenir des dispositions spécifiques des plans ORSEC départementaux. Cependant, la prise en compte des autres risques de santé publique vétérinaire reste insuffisante. De plus, les risques vétérinaires d'impact zonal ne sont actuellement pas étudiés. La construction du plan ORSEC en zone de défense Sud-Est, la présence d'un vétérinaire inspecteur à l'Etat-major de zone et une volonté commune d'accroître la coopération civilo-militaire ont été l'occasion de mener une analyse des risques de santé publique vétérinaire d'intérêt zonal, en se fondant sur les enseignements dispensés au Master II « gestion des risques de sécurité civile ». Par la constitution d'un groupe de travail spécialisé, une analyse qualitative et quantitative des risques a été conduite en utilisant des outils de travaux récents de recherche de méthodologies d'analyse globale des risques portant sur un système complexe.

⁽¹⁾ Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile)*, Lyon, 2008.

PREMIERE PARTIE :

**CADRE ET OBJET DE L'ETUDE
MOYENS MIS EN ŒUVRE**

1. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE – MOYENS MIS EN ŒUVRE :

1.1. CADRE DE L'ETUDE :

Cette étude présente plusieurs intérêts qui s'inscrivent :

- Pour le Service de santé des armées (SSA)
 - Dans la mission duale du SSA : soutien santé des forces armées et participation aux actions de santé publique sur les territoires national et international. Cette dualité est soulignée dans le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale⁽¹⁾ ;
 - Dans les actions vétérinaires menées transversalement entre les ministères de la défense (Direction centrale du Service de santé des armées) et de l'agriculture et de la pêche (Direction générale de l'alimentation - DGAI), dans le cadre d'un protocole de coopération⁽²⁾.

- Pour l'Etat-major de Zone de défense Sud-Est
 - Dans l'association d'un membre vétérinaire du SSA à la construction du plan ORSEC de zone pour sa partie sanitaire vétérinaire. La participation accrue des armées aux actions de défense et de sécurité nationale est mise en avant dans le Livre blanc⁽¹⁾ ;
 - Dans l'apport d'une plus-value dans la construction du plan zonal au travers des enseignements dispensés au Master II ;
 - Dans la perspective de coopération des vétérinaires des différents services de l'Etat et des organismes associés autour de l'échelon zonal⁽³⁾.

- A titre personnel, dans un projet professionnel reposant sur la volonté d'apporter au Corps des vétérinaires des armées une expertise technique en matière de coopération civilo-militaire, dans la gestion des risques et des crises sanitaires de sécurité civile sur le territoire national et à l'étranger.

⁽¹⁾ Anonyme, *Défense et la sécurité nationale, le Livre blanc*, Paris, Odile Jacob, La Documentation française, 2008.

⁽²⁾ Direction générale de l'alimentation. *Note de service DGAL/N2007-8114 du 10 mai 2007, Protocole de coopération relatif à la mise en œuvre des actions de santé publique vétérinaire et des contrôles officiels au sein du ministère de la défense*, Paris, 2007.

⁽³⁾ Demoncheaux, JP, Grard, V, Cabre, O et Koehle, O, *Coopération des vétérinaires des différents services de l'Etat dans la gestion des crises sanitaires. Place des vétérinaires sapeurs-pompiers et des vétérinaires des armées*. Mémoire de diplôme inter-écoles de médecine vétérinaire de catastrophe et d'environnement. Lyon, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2007.

1.2. OBJET DE L'ANALYSE DE RISQUES :

1.2.1. Risques de santé publique vétérinaire d'impact zonal :

Le domaine d'étude des risques abordé dans le cadre de ce mémoire est celui de la santé publique vétérinaire, tel qu'elle est définie par l'Académie vétérinaire de France, à savoir « l'ensemble des actions qui sont en rapport direct ou indirect avec les animaux, leurs produits et sous-produits, dès lors qu'elles contribuent à la protection, à la conservation et à l'amélioration de la santé de l'Homme, c'est à dire son bien-être, physique, moral et social ». ⁽¹⁾ Le cadre de notre étude couvre donc les champs d'intervention relatifs à la santé et à la protection des animaux, la sécurité sanitaire des aliments et la préservation de l'environnement. Trois grands groupes de risque de santé publique vétérinaire peuvent être extraits de cette définition :

- Les épizooties et les zoonoses ;
- Les contaminations de l'alimentation ;
- Les contaminations environnementales dues aux activités d'élevage ou de l'industrie agro-alimentaire.

Pour chaque groupe, les conséquences globales de l'atteinte aux personnes, aux biens, à l'environnement ou à l'économie sont regroupées dans le tableau I :

Cibles	Epizooties et zoonoses	Contaminations de l'alimentation	Contaminations environnementales
Personnes	Pathologies variables, hospitalisations, décès	Pathologies variables, hospitalisations, décès	Nuisances, contamination par des produits biologiques, conflits de voisinage (néo-ruraux)
Biens	Morbidité / mortalité des animaux de compagnie, de rente, de loisirs, impact qualitatif et quantitatif sur les denrées alimentaires d'origine animale et sur les outils de production	impact qualitatif et quantitatif sur les denrées alimentaires d'origine animale et sur les outils de production	Dépréciation immobilière

⁽¹⁾ Définition de l'Académie vétérinaire de France, disponible sur : www.vet-lyon.fr/ensv/SantePub/Veto.htm

Environnement	Morbidité / mortalité de la faune sauvage, atteintes de la biodiversité et des écosystèmes		Pollution atmosphérique, olfactive, visuelle, sonore
Economie	Coûts directs (élimination et indemnisation des animaux) et indirects (sur les filières) très importants, restrictions aux échanges et exportations d'animaux ou de produits, pertes de marchés, impact financier des moyens de prévention et de lutte, coût de la prise en charge médicale des victimes de zoonoses	Coût de la prise en charge médicale, coût des moyens de prévention pour les opérateurs	Impact financier des mesures de lutte pour les éleveurs et les industriels

Tableau I : conséquences globales des risques de santé publique vétérinaire

(source : Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone*, Lyon, 2008).

Le tableau I montre que les conséquences globales d'une contamination de l'alimentation ou d'une contamination environnementale ne peuvent entraîner d'emblée l'implication du niveau zonal en termes de réponse de sécurité civile. En conséquence, ces catégories de risques n'ont pas été retenues dans le cadre de notre étude. Les risques de santé publique vétérinaire pouvant avoir un impact zonal en première intention relèvent donc essentiellement du domaine des maladies animales contagieuses ou transmissibles à l'Homme. Bien évidemment, en plus de ces risques sanitaires vétérinaires de première intention, les risques d'autre nature (catastrophe naturelle, technologique, ...) pouvant entraîner des dommages de santé publique vétérinaire font partie intégrante de notre champ d'étude.

1.2.2. Exemples d'antécédents :

Cette étude des risques de santé publique vétérinaire dans le cadre du dispositif ORSEC a été déterminée par l'existence d'un certain nombre d'antécédents qu'il est possible de recenser à l'échelle européenne, nationale ou zonale. Des exemples de crises sanitaires vétérinaires sont reportés dans le tableau II.

Lieu	Evènement	Impact
Europe	Crise relative à l'encéphalopathie spongiforme bovine (ESB) au Royaume-Uni en 1986	Plus de 182 000 cas diagnostiqués Pertes économiques (filrière viande)
	Epizootie de fièvre aphteuse au Royaume-Uni en 2001 et 2007 (laboratoire de Pirbright)	2030 foyers, 6 millions d'animaux détruits, coût direct de 3,8 milliards d'euros (2001)
	Epizootie de peste porcine classique en Espagne en 2001-2002	49 foyers, 600 000 porcs détruits
	Epizootie d'influenza aviaire H7N7 aux Pays-Bas et en Belgique en 2003	33 millions de volailles détruites
France	Epizootie de fièvre aphteuse en 2001	2 foyers, 63 000 animaux détruits, coût direct de 15 millions d'euros
	Cas de rage importée en Gironde (2004) et en Seine-et-Marne (2008)	Enquêtes épidémiologiques lourdes mettant en évidence le trajet des animaux sur plusieurs départements, recherches des personnes en contact, vaccination préventive
	Epizootie de fièvre catarrhale ovine en 2007/2008 (toujours en extension)	Impact financier très important (restrictions aux échanges, mise en place de campagnes de vaccination)
Zone de défense Sud-Est	Pollution chimique aux dioxines à Gilly-sur-Isère (Savoie) en 2001	Impacts sanitaires et impacts économiques sur les filières animales (lait, viande et fourrages contaminés)
	Epizootie d'influenza aviaire H5N1 dans l'Ain en 2006	Nombreux cas sauvages, 1 foyer domestique, 12 000 dindes détruites, impact économique sur la filière, médiatisation importante
	Epizootie de fièvre catarrhale ovine en 2007/2008 (toujours en extension)	Conséquences économiques importantes

Tableau II : exemples d'antécédents de crises de santé publique vétérinaire

(source : Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone*, Lyon, 2008).

1.2.3. Plans d'urgence actuels face à une crise de santé publique vétérinaire :

1.2.3.1. Genèse :

En matière de santé publique vétérinaire, les épizooties majeures sont les seuls risques vétérinaires de première intention qui font actuellement l'objet de plans d'urgence. Ces plans ont pris naissance en 1991. En effet, avec l'arrêt de la vaccination des animaux de rente contre la fièvre aphteuse, la Commission européenne a imposé à chaque Etat membre la mise en place d'un plan d'urgence national contre cette maladie. Peu à peu, des directives européennes ont étendu cette décision à d'autres épizooties majeures : pestes porcines, fièvre catarrhale ovine...⁽¹⁾ En 2006, la France a établi une liste de 17 maladies réputées contagieuses qui sont soumises à l'établissement d'un plan d'urgence. Parmi ces maladies, 5 sont déclarées prioritaires par la DGAL : la fièvre aphteuse, deux pestes aviaires (maladie de Newcastle et Influenza aviaire), deux pestes porcines (classique et africaine) et la fièvre catarrhale ovine⁽²⁾. Comme l'indiquent les tableaux I et II, les enjeux sont multiples, non limités au monde agricole. Les bilans économiques peuvent être très lourds.

1.2.3.2. Des plans à usage départemental, coordonnés à l'échelon régional :

En France, les plans d'urgence contre les épizooties majeures s'articulent autour d'une organisation commune. Des dispositions spécifiques sont également élaborées pour chacune des 6 maladies précitées ou pour chaque espèce. On distingue 3 niveaux de décision et d'action pour les services vétérinaires : le niveau national, le niveau régional et le niveau départemental. L'échelon régional des services vétérinaires est coordonnateur des plans d'urgence⁽²⁾. Ainsi, en région Rhône-Alpes, a notamment été élaboré de façon conjointe un plan de lutte contre les épizooties majeures validé par un arrêté inter-préfectoral. Dans cette région, les plans de lutte contre les épizooties majeures sont identiques entre les départements. Or, il n'existe pas de compétence du préfet de région en matière de défense (hormis économique) et de sécurité civile. Par conséquent, au sein d'une même zone de défense, on peut rencontrer des plans qui sont différents, même si l'esprit reste identique.

⁽¹⁾ Arbelot, B, Pacholek, X, Alnot, L et Coustel, G, « Les plans d'urgence contre les épizooties majeures », Bulletin épidémiologique de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (7), 2003, 3-5.

⁽²⁾ Direction générale de l'alimentation. *Note de service DGAL/SDSPA/N2006-8117 du 15 mai 2006, Plan d'urgence contre les épizooties majeures : missions des services de l'Etat*, Paris, 2007.

1.2.3.3. Devenir de ces plans d'urgence et nécessité d'une approche zonale :

Sous l'impulsion de la réforme du dispositif ORSEC, les plans de lutte contre les épizooties majeures ont vocation à devenir des dispositions spécifiques des plans ORSEC départementaux.

Cependant, les risques de santé publique vétérinaire ne se limitent pas aux épizooties même si celles-ci sont d'une importance majeure. De plus, Il est nécessaire de développer une approche pour des risques qui peuvent d'emblée ou très rapidement être du ressort de la zone de défense (dépassement des capacités de réponse d'un département, plusieurs départements touchés, événement transfrontalier...). Cela passe par :

- La réalisation d'une analyse spécifique des risques et des effets potentiels des menaces de portée zonale ;
- L'élaboration d'une réponse opérationnelle adaptée et graduée aux besoins, qui s'appuie sur la mutualisation et la complémentarité des moyens départementaux ;
- La planification d'entraînements et d'exercices s'intégrant dans les programmations infra et suprazonale.

1.3. MOYENS MIS EN ŒUVRE POUR CETTE ETUDE :

1.3.1. Création d'un groupe de travail spécialisé :

Pour construire le plan ORSEC de zone Sud-Est, le préfet de zone s'est appuyé sur la constitution de 4 groupes de travail, chacun étant piloté par un membre de l'Etat-major de zone de défense. Chacun de ces groupes, composés de représentants des services de l'Etat et de partenaires publics ou privés, a traité l'un des thèmes suivants :

- risques naturels
- risques technologiques
- risques sociétaux
- risques sanitaires

Le groupe de travail sur les risques sanitaires a été piloté par le Dr F. Reymann, adjoint au chef d'Etat-major de zone de défense, chargé de mission sécurité sanitaire. Les risques sanitaires ont eux-mêmes été divisés en deux groupes :

- Les risques liés à la santé publique humaine ;
- Les risques liés à la santé publique vétérinaire.

C'est comme membre de ce deuxième sous-groupe que nous avons contribué à la construction du plan ORSEC de zone et plus particulièrement à l'analyse des risques et des effets potentiels des menaces.

1.3.1.1. Composition du groupe de travail :

La liste des membres de ce sous-groupe est donnée en Annexe 2. Ce groupe, composé d'une dizaine de personnes, est un panel représentatif des différentes compétences vétérinaires présentes sur la Zone de défense Sud-Est et pouvant intervenir dans la gestion d'une crise de santé publique vétérinaire. On y trouve des représentants de services déconcentrés de l'Etat, des collectivités territoriales (vétérinaires sapeurs-pompiers, chef du service d'hygiène de la ville de Lyon, directeur du parc zoologique de la Tête d'Or), d'établissements nationaux (Ecole nationale vétérinaire de Lyon, Ecole nationale des services vétérinaires), de fédérations de groupements de défense sanitaire ou du Service de santé des armées. L'objectif est bien d'aboutir à une vision du risque la plus globale possible dans notre domaine de compétences. Ce groupe sera étendu aux autres corps de métier intervenant dans la gestion d'une crise, lors de l'élaboration de la réponse opérationnelle de niveau zonal. Il s'agit de l'objectif fixé par le Préfet de zone pour le second semestre 2008.

1.3.1.2. Lieu, dates et objet des réunions du groupe :

Les réunions de travail relatives à l'analyse des risques de santé publique vétérinaire se sont tenues dans les locaux de l'Etat-major de zone, à la Préfecture du Rhône. Le calendrier et l'objet des réunions du groupe spécialisé sont fournis dans le tableau III :

Date	Ordre du jour
19 novembre 2007	Réunion de cadrage : - missions de niveau zonal - nouveau dispositif ORSEC
10 janvier 2008	Proposition d'une méthodologie d'analyse des risques Découpage systémique de la ZDSE
11 février 2008	Identification des sources de danger
10 mars 2008	Elaboration des processus de danger
03 avril 2008	Quantification du risque Etude de criticité

Tableau III : calendrier et objet des réunions du groupe de travail « santé publique vétérinaire ».

Chaque réunion a fait l'objet d'un compte-rendu adressé aux membres du groupe. Ce compte-rendu dressait le bilan de la réunion passée et donnait un objectif à atteindre pour la prochaine rencontre. Des documents de travail (grille de sources de danger, tableau d'élaboration des processus de danger, critères de quantification du risque ou de la criticité) étaient adressés avant réunion. Les documents remplis étaient mis en commun, faisaient l'objet d'une discussion collégiale et d'un compromis entre les membres du groupe. La fréquence des réunions de travail a été en partie imposée par l'échéancier fixé par le préfet de zone pour la construction de l'analyse des risques.

Parallèlement aux travaux des groupes thématiques, un point de situation périodique était réalisé par le groupe plénier du dispositif ORSEC zonal. Ce groupe plénier, présidé par le chef d'Etat-major de zone, réunissait les pilotes de chaque groupe spécialisé et assurait la synthèse des travaux thématiques.

1.3.1.3. Adhésion du groupe à la méthodologie d'analyse des risques :

De façon générale, la qualité du travail produit par le groupe spécialisé a essentiellement tenu à l'adhésion de l'ensemble des membres du groupe à la méthodologie employée. Cette adhésion peut s'expliquer par les raisons suivantes :

- La présentation, lors de la première réunion, de la démarche générale pour procéder à une analyse des risques. L'objectif étant de fournir aux membres du groupe des notions et un vocabulaire communs ;
- La motivation du groupe par son pilote, également référent de notre mémoire ;
- L'intérêt porté par la majorité des participants à la construction d'une approche globale du risque sanitaire vétérinaire, tenant compte des autres types de risques car s'insérant dans un dispositif interministériel, donc pluridisciplinaire de gestion d'une crise d'impact zonal.

1.3.2. Méthodologie mise en œuvre :

1.3.2.1. Constat initial :

Qu'il s'agisse de santé publique humaine ou de santé publique vétérinaire, le constat établi initialement par le groupe de travail est qu'il n'existe aucune méthode d'analyse du risque prête à l'emploi, applicable à une thématique sanitaire sur un système territorial. Cela peut s'expliquer par la difficulté d'élaborer une méthode d'analyse des risques qui soit à la fois globale, donc non spécifique d'un corps de métier, et qui puisse s'adapter à une étendue géographique aussi

vaste et complexe que peut l'être une zone de défense. De plus, à l'image d'une tempête, d'un orage ou autre phénomène climatique paroxystique, les événements sanitaires peuvent se produire à n'importe quel endroit du territoire. Ce qui les différencie des événements naturels ou technologiques qui sont davantage liés à un bassin de risques ou à un établissement, géographiquement identifiables, et pour lesquels des bases de données sont plus facilement disponibles.

1.3.2.2. Limites des méthodes et outils actuels d'analyse des risques :

Le constat précédent, établi sur la base des recherches et des contacts effectués par les membres du groupe, est corroboré par les travaux de Dassens⁽¹⁾ qui a recensé et comparé les différentes méthodes d'analyses des risques existantes. Il ressort de ces travaux que la majorité des méthodes et outils présentent des limites qui tiennent principalement :

- Au manque de prise en compte des agressions externes que peut subir le système étudié. Ce sont surtout les risques générés par l'installation qui sont pris en compte ;
- A la focalisation des analystes sur des aspects spécifiques du système, ce qui ne favorise pas une approche globale des risques
- A une vision surtout technique du système. Cela tient au fait que les systèmes étudiés sont souvent limités dans l'espace : machine, procédé, local technique, bâtiment...

Ces limites traduisent, pour la majorité des méthodes recensées, « un manque de transversalité et de transdisciplinarité » dans l'analyse qui est conduite⁽¹⁾.

La majorité des méthodes existantes ne présentait donc pas les caractéristiques requises dans le cadre du plan ORSEC de zone pour réaliser une analyse globale des risques tenant compte à la fois des aspects spécifiquement vétérinaires mais également des autres types de risques, donc de la grande diversité des causes et des conséquences, des agressions externes au territoire zonal, du contexte socio-économique... Or, le préfet de zone tenait à ce que la liste d'événements à redouter ne consiste pas en une simple compilation des données contenues dans les schémas départementaux d'analyse et de couverture des risques, les dossiers départementaux des risques majeurs ou autres documents existants dans les 12 départements de la zone. D'autant plus que les risques de santé publique vétérinaire y sont insuffisamment abordés.

⁽¹⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

1.3.2.3. Hypothèse de travail :

Le groupe a estimé qu'il était possible de s'inspirer de certaines méthodes existantes pour élaborer une méthode d'analyse des risques sanitaires, adaptée au territoire zonal, et d'en tirer des événements redoutés génériques, qui seraient quantifiables.

1.3.2.4. Recherche d'une méthode à adapter :

Critères de choix :

Trois critères nous sont apparus incontournables :

- Réaliser une analyse des risques *a priori* et non *a posteriori*. Une analyse des risques *a priori* a pour objectif d'empêcher la survenue de l'événement redouté, ou du moins d'en limiter les conséquences. Une analyse dite *a posteriori* consiste à identifier les causes qui ont conduit à un accident. En conséquence, nous avons tenu à ne pas nous contenter d'analyser des événements survenus sur la zone de défense mais bien d'imaginer les scénarii potentiels d'accidents d'impact zonal relatifs à notre domaine de compétences ;
- Obtenir une quantification des risques de santé publique vétérinaire, l'attribution d'une valeur chiffrée ou d'un code couleur en fonction du niveau de risque étant beaucoup plus parlante qu'une analyse qualitative seule ;
- Etudier prioritairement les événements primaires vétérinaires tout en mettant en exergue les passerelles et les interactions avec les types de risques traités par les autres groupes de travail. Ceci dans un souci d'une vision la plus globale possible.

La systémique : une vision au service de l'approche globale

L'étude d'un système peut être abordée sous deux angles : l'approche cartésienne à laquelle on oppose classiquement l'approche systémique. Pour résumer, Launay⁽¹⁾ explique que l'approche cartésienne « a pour habitude de dissocier, de partager, de décomposer. Cette approche porte tous ses efforts sur la compréhension des faits par séparation des variables pour en étudier les effets individuels ». Au contraire, « l'approche systémique vise à rassembler. Elle tente d'appréhender la globalité des variables en s'intéressant plus particulièrement à leurs liaisons et à leurs interactions. Cela revient à considérer que chaque élément constitutif du

⁽¹⁾ Launay, R, *MOSAR – Méthode organisée systémique d'analyse des risques*, Cours dispensé aux étudiants du Master II professionnel « Gestion des risques de sécurité civile », Université de Haute-Alsace, Mulhouse, octobre 2006.

système participe à sa finalité mais conserve sa propre identité et ses propres caractéristiques ».

Travaux ayant servi à l'analyse des risques de notre étude

Une méthode nous a semblé permettre de respecter les critères précédents : la Méthode organisée systémique d'analyse des risques (MOSAR), en particulier parce qu'elle s'appuie sur une approche systémique et non cartésienne d'un problème. Cette méthode, développée par Périlhon et des universitaires de Bordeaux en 1988, a été initialement mise au point pour analyser les risques des installations du Commissariat à l'énergie atomique (CEA). L'outil MOSAR connaît désormais de plus en plus d'applications hors CEA⁽¹⁾. En effet, il permet d'identifier les événements non souhaités d'un système complexe et ainsi de choisir, mettre en place et valider des barrières de sécurité adéquates⁽²⁾.

Les bases de la MOSAR, en particulier l'approche systémique et le modèle du processus de danger, que nous décrivons ultérieurement, ont servi de fondements à deux travaux de recherche récents :

- En 2007 : l'élaboration d'une méthode pour une approche globale des risques en entreprise⁽²⁾;
- En 2008 : le développement d'une méthode globale d'analyses des risques sur un territoire (méthode appliquée au territoire communal)⁽³⁾.

Initialement inspiré de la MOSAR, le choix d'une méthode pour analyser les risques de santé publique vétérinaire s'est donc peu à peu orienté vers ces deux travaux de recherche, lorsqu'ils ont été présentés en cours du Master II « Gestion des risques de sécurité civile ». Il s'agit donc d'une véritable opportunité. En effet, les travaux de Dassens ont fourni la démarche générale de la méthode retenue dans cette étude et ont permis d'élaborer puis de hiérarchiser les scénarii d'accident grâce au modèle de processus de danger simplifié et au calcul matriciel. Les travaux de Brillhac et Thibaut ont facilité l'analyse systémique de notre territoire et aidé à l'identification des sources de danger et des événements redoutés. En résumé, la méthode employée dans notre étude des risques de santé publique vétérinaire utilise des données et des outils des deux travaux précédents.

⁽¹⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

⁽²⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

⁽³⁾ Brillhac, JF, Thibaut, O, *Analyse des risques sur un territoire : ébauche d'une nouvelle méthode globale, Techniques de l'Ingénieur*, AG1586 (à paraître - accepté pour publication le 29 août 2008).

1.3.2.5. Démarche d'analyse des risques retenue :

Selon la norme ISO/CEI guide 73⁽¹⁾, le management du risque comprend 4 étapes détaillées en Annexe 3 et que l'on peut résumer ainsi :

- L'appréciation du risque
- Le traitement du risque
- L'acceptation du risque
- La communication relative au risque

C'est dans la phase d'appréciation du risque que l'on trouve l'analyse de risque *stricto sensu*. Elle est définie comme « l'utilisation systématique d'informations pour identifier les sources et pour estimer le risque »⁽¹⁾.

Le travail réalisé dans le cadre de ce mémoire a consisté en une analyse des risques sanitaires vétérinaires pouvant avoir un impact zonal et en l'évaluation de ces risques. Il s'agit donc d'une appréciation des risques au sens de la norme ISO/CEI guide 73.

Ainsi, reprenant les définitions données par cette norme, la démarche de raisonnement suivante a été adoptée pour apprécier les risques sanitaires vétérinaires sur la ZDSE :

1. Analyser le risque
 - 1.1. Identifier les sources, c'est-à-dire trouver, recenser et caractériser les sources
 - 1.2. Estimer le risque, c'est-à-dire affecter des valeurs à la probabilité et aux conséquences du risque ;
2. Evaluer le risque, ce qui revient à comparer le risque estimé avec des critères de risque donnés afin de déterminer son importance.

La première étape consiste à identifier les sources de danger. Une source étant elle-même définie dans la norme comme un « élément ou » une « activité qui a des conséquences potentielles ». Sous l'influence d'une cause interne ou externe au système étudié, cette source de danger va s'activer et conduire à la survenue d'un événement qui va être à l'origine de dommages (ou conséquences) sur un certain nombre de cibles. Ce scénario d'accident peut être représenté par le modèle de processus de danger simplifié, élaboré par Dassens⁽²⁾ (Figure 1). Ce modèle est une simplification du modèle originel du processus de danger utilisé dans la MOSAR.

⁽¹⁾ International organization for standardization, *Norme FD ISO/CEI Guide 73 : Management du risque – Vocabulaire – Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes*, AFNOR, Saint-Denis-La-Plaine, 2002.

⁽²⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

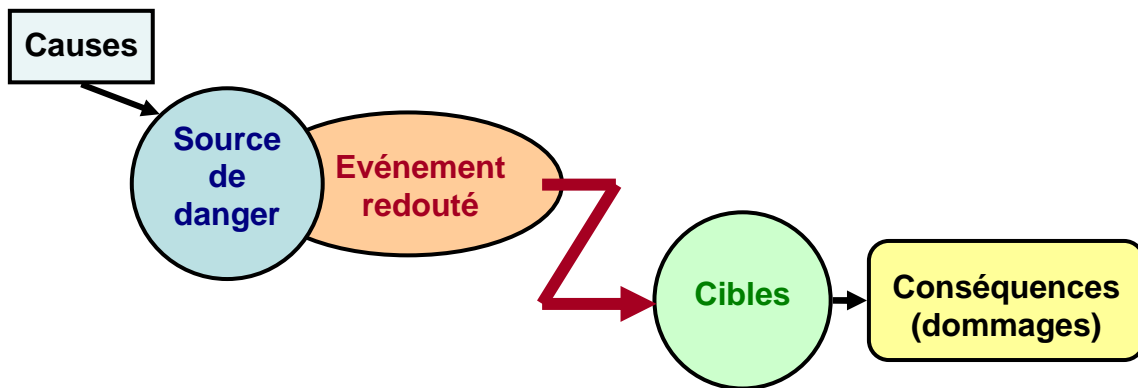


Figure 1 : modèle de processus de danger simplifié (Source : Dassens, 2007)

Dans notre étude, chaque terme ou expression utilisé dans le modèle présenté ci-dessus est défini de la façon suivante :

- **Processus de danger** = modèle de référence pour analyser les événements redoutés et construire un scénario d'accident ;
- **Source de danger** = élément, état ou situation présentant une potentialité de dommage ;
- **Evénement redouté** = atteinte à l'équilibre du système ZDSE entraînant des dommages sur une des cibles. Cela peut être une inondation, un accident nucléaire, la destruction des récoltes, la défaillance d'une centrale électrique...
- **Causes** = ce qui a conduit à l'activation de la source de danger et donc à l'apparition de l'événement redouté. Il peut s'agir de causes internes ou extérieures au système ;
- **Conséquences** = il s'agit des dommages potentiels occasionnés sur les cibles ;
- **Cibles** = ce sont les valeurs à protéger. Il peut s'agir de la population humaine, de l'économie, du tissu industriel, des écosystèmes...

En résumé, la méthode retenue dans cette appréciation des risques de santé publique vétérinaire en ZDSE a été tirée des travaux de Dassens⁽¹⁾ et de ceux de Brillhac et Thibaut⁽²⁾. Elle s'articulera en 4 étapes :

- 1. L'analyse du système à étudier ;**
- 2. L'identification des processus de danger et donc des événements redoutés qui leur sont associés ;**
- 3. L'estimation de la survenue des événements redoutés ;**
- 4. L'évaluation de la survenue des événements redoutés.**

⁽¹⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

⁽²⁾ Brillhac, JF, Thibaut, O, *Analyse des risques sur un territoire : ébauche d'une nouvelle méthode globale*, Techniques de l'Ingénieur, AG1586 (à paraître - accepté pour publication le 29 aout 2008).

DEUXIEME PARTIE :

ANALYSE QUALITATIVE :

Etude systémique

Identification des processus de danger

2. ANALYSE QUALITATIVE : étude systémique – identification des processus de danger :

2.1. ETUDE SYSTEMIQUE :

2.1.1. Notion de système :

2.1.1.1. Définition :

On appelle « système » un « ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisés en fonction d'un but »⁽¹⁾. Autrement dit, un système est défini comme un ensemble constitué de différentes parties appelés éléments. Ceux-ci interagissent en permanence, tout comme le système interagit avec son milieu extérieur. Les éléments du système sont organisés de telle façon que chacun contribue à un objectif commun dénommé finalité du système.

Chaque élément du système peut lui-même être composé d'autres éléments. De la même façon, le système peut être un des éléments (un sous-système) d'un système beaucoup plus vaste, avec lequel il échange. Tout dépend de l'échelle de vision considérée : macroscopique, microscopique, « nanoscopique »... Le système solaire, le système nerveux, les écosystèmes sont des illustrations traditionnelles de la notion de système. Mais, de la même façon, une entreprise peut être qualifiée de système⁽²⁾, une commune également⁽³⁾.

Les interactions des éléments entre eux peuvent être de nature très variée. Les éléments peuvent échanger de l'information, de l'énergie, de la matière... En interagissant, les éléments forment des ensembles (systèmes) de plus en plus compliqués voire complexes. Les éléments sont donc la base de l'analyse systémique. Ils sont caractérisés par leurs données qualitatives (leurs fonctions), et quantitatives (tous les moyens nécessaires à l'expression de ces fonctions)⁽⁴⁾.

2.1.1.2. Système compliqué – système complexe :

Un système compliqué est un ensemble constitué de nombreux éléments mais dont le principe de composition peut être décrit par des lois simples⁽²⁾. Par exemple, le système « automobile » peut être décomposé en éléments plus simples qu'il est possible d'analyser séparément. Il est

⁽¹⁾ De Rosnay, J, *Le microscope – Vers une vision globale*, Paris, Editions du Seuil, 1975.

⁽²⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

⁽³⁾ Brilhac, JF, Thibaut, O, *Analyse des risques sur un territoire : ébauche d'une nouvelle méthode globale*, Techniques de l'Ingénieur, AG1586 (à paraître - accepté pour publication le 29 août 2008).

⁽⁴⁾ Launay, R, *La théorie des systèmes ou l'approche systémique*, Cours dispensé aux étudiants du Master II professionnel « Gestion des risques de sécurité civile », Université de Haute-Alsace, Mulhouse, octobre 2006.

alors possible de déduire la compréhension d'une automobile dans sa globalité de celles de ses éléments constitutifs (moteur, carrosserie, châssis...) par la simple étude des lois de composition. Aussi, les automobiles de même modèle et série sont identiques car il est possible de reproduire le même système.

En revanche, dans certains systèmes, les interactions peuvent modifier les propriétés quantitatives de certains éléments. Elles peuvent également faire apparaître ou disparaître des caractéristiques qualitatives d'éléments⁽¹⁾, ce qui peut déterminer l'évolution du système. Ces interactions entre les éléments constitutifs font acquérir au système des nouvelles propriétés, inconnues au niveau de chacun des éléments. Ce qui est traduit par l'expression « le tout est plus que la somme des parties »⁽²⁾. Ces modifications sont appelées les émergences du système⁽³⁾. Ces propriétés émergentes peuvent être positives ou négatives. Le système ne peut être décrit par des lois simples. Il est alors qualifié de complexe. Le corps humain est la parfaite représentation d'un système complexe. En effet, il n'est pas modélisable dans sa globalité. Ceci se traduit par l'unicité de chaque individu.

2.1.1.3. Description d'un système :

Un système peut être décrit sous un aspect structurel ou fonctionnel. En pratique, les analystes, tels que De Rosnay⁽⁴⁾, étudient un système en le caractérisant par :

- son **environnement** (c'est la frontière du système qui limite son environnement)
- sa **finalité**
- son **activité**
- sa **structure**
- son **évolution** (un système évolue dans le temps, tout en gardant sa finalité)

Autant il est relativement aisé d'analyser le système « automobile » au travers de ces 5 caractéristiques, autant cela devient beaucoup plus difficile lorsque le système est un territoire vaste et diversifié. Ainsi, pour étudier les 5 caractéristiques du système « ZDSE » de façon pragmatique, il a été très utile de s'aider d'un certain nombre de questions à se poser (Tableau IV).

⁽¹⁾ Launay, R, *La théorie des systèmes ou l'approche systémique*, Cours dispensé aux étudiants du Master II professionnel « Gestion des risques de sécurité civile », Université de Haute-Alsace, Mulhouse, octobre 2006.

⁽²⁾ Von Bertalanffy, L, *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 2^e édition, 2002.

⁽³⁾ Fortin, R, *Comprendre la complexité – Introduction à la méthode d'Edgard Morin*, Paris, Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy / L'Harmattan, 2005.

⁽⁴⁾ De Rosnay, J, *Le macroscopie – Vers une vision globale*, Paris, Editions du Seuil, 1975.

Caractéristique du système à analyser	Environnement	Finalité	Activité	Structure	Evolution
Question à se poser concernant le système	Dans quoi se situe le système ?	Quel est l'objectif du système ?	Que fait le système ?	De quoi est composé le système ?	Comment se transforme le système dans le temps ?

Tableau IV : questions à se poser pour caractériser un système.

2.1.2 Application à la Zone de défense Sud-Est (ZDSE) :

2.1.2.1. La ZDSE est-elle un système ?

Une étude⁽¹⁾ montre que l'analyse systémique peut s'appliquer à un territoire, en traitant plus particulièrement du territoire communal. Au même titre qu'une commune, le territoire « ZDSE » peut être assimilé à un système, que nous avons tenté de caractériser à l'aide des 5 paramètres énoncés précédemment.

2.1.2.2. Caractérisation du système ZDSE :

Environnement de la ZDSE (« dans quoi se situe le système ? »)

Le système « zone de défense » est un échelon territorial administratif intermédiaire entre la région et la nation. En matière de défense et de sécurité civile, il est intermédiaire entre les échelons départemental et national. En conséquence, étudier l'environnement du système « ZDSE » revient à présenter la structure du système territorial supérieur (qui l'englobe). Or, à l'image des poupées russes, la structure interne du système suprazonal est identique à celle du système zonal. C'est pourquoi, la prise en compte de l'environnement de notre système se fera au travers de la création d'un sous-système spécifique lors du découpage structurel de la ZDSE.

⁽¹⁾ Brillhac, JF, Thibaut, O, *Analyse des risques sur un territoire : ébauche d'une nouvelle méthode globale*, Techniques de l'Ingénieur, AG1586 (à paraître - accepté pour publication le 29 août 2008).

Cependant, des spécificités confèrent au système ZDSE des différences par rapport aux autres zones de défense et qu'il convient de noter. Il s'agit essentiellement de :

- L'absence d'ouverture sur la mer ;
- De l'existence de frontières avec deux pays étrangers : 248 km de frontière avec la Suisse, 225 km avec l'Italie.

Finalité du système ZDSE (« Quel est l'objectif du système ? »)

L'objectif du système revient à étudier ses missions principales et secondaires⁽¹⁾. A l'identique des autres zones de défense métropolitaines, la ZDSE est un échelon administratif territorial spécialisé. Comme pour les autres systèmes « zone de défense », la finalité du système ZDSE est avant tout de servir de lieu commun de coordination des efforts civils et militaires dans le cadre de l'organisation territoriale de la défense de la Nation⁽²⁾. Dans ce cadre, 3 missions sont dévolues aux zones de défense :

- « L'élaboration des mesures non militaires de défense et la coopération avec l'autorité militaire (la circonscription militaire de défense coïncide avec la zone) ;
- La coordination des moyens de sécurité civile dans la zone ;
- L'administration d'un certain nombre de moyens de la police nationale et de moyens des transmissions du ministère de l'Intérieur. »⁽³⁾

Activité du système ZDSE (« Que fait le système ? »)

L'étude de l'activité d'un système consiste également à envisager les différents modes de fonctionnement de ce système (normal, dégradé, accéléré)⁽¹⁾. Dans le cadre de l'échelon zonal de défense territoriale, on peut distinguer deux états du système :

- Le fonctionnement en temps normal ;
- Le fonctionnement en cas de crise, c'est-à-dire lors de la survenue d'un événement redouté d'impact zonal.

Ces deux états du système « zone de défense » se traduisent par des pouvoirs spécifiques du préfet de zone, attribués par le code de la défense, en temps normal et en cas de crise⁽¹⁾. Pour

⁽¹⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

⁽²⁾ Anonyme, *Décret n°2000-555 du 21 juin 2000 relatif à l'organisation territoriale de la défense*, Journal officiel de la République française, 2000.

⁽³⁾ Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales. Information disponible sur www.interieur.gouv.fr

exercer ses pouvoirs dans ces deux situations, le préfet de zone dispose d'un secrétariat général pour l'administration de la police, d'un état-major de zone et d'un service zonal des systèmes d'information et de communication. Participent également à ces missions les services de protection civile et les services déconcentrés de l'Etat. Au sein de chaque zone, un Officier général de Zone de défense (OGZD), assisté d'un état-major interarmées, assure la responsabilité de conseiller militaire du préfet de zone. Il a en charge la coordination des moyens des armées et des services interarmées contribuant à la défense civile. Par ailleurs, pour mener à bien ses missions, le préfet de zone est assisté d'un préfet délégué pour la sécurité et la défense⁽¹⁾.

Structure du système ZDSE (« de quoi est composé le système ? »)

La structure consiste à énumérer les constituants et les acteurs du système⁽²⁾. A cette fin, deux approches sont proposées pour étudier la structure de la ZDSE : l'approche géographique et l'approche systémique *stricto sensu*.

Vision géographique de la ZDSE

Le territoire métropolitain français est découpé en 7 zones de défense (Figure 2). Ces zones ont été instaurées en 1959⁽³⁾ et redécoupées en 2000⁽⁴⁾. D'une superficie de 69 711 km² (soit 12,8% du territoire métropolitain), la ZDSE englobe 2 régions économiques, 12 départements et 4189 communes. On y recense 7 395 000 habitants, soit 12% de la population française, hors outre-mer. La région Rhône-Alpes est, de par sa superficie et sa population, la seconde région française après la région Ile-de-France.

A la tête de chaque zone de défense se trouve un préfet de zone, également préfet de la région et du département chef-lieu de la zone de défense. A Paris, le préfet de la zone de défense est le préfet de police. Dans la ZDSE, le préfet de zone est le préfet de la région Rhône-Alpes et du département du Rhône. La préfecture se situe à Lyon.

⁽¹⁾ Anonyme, *Décret n°2002-84 du 16 janvier 2002 relatif aux pouvoirs des préfets de zone*, Journal officiel de la République française, 2002, codifié (article R*.1311-2 et suivants du code de la défense).

⁽²⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

⁽³⁾ Anonyme, *Ordonnance n°59-147 du 7 janvier 1959 portant organisation générale de la défense*, Journal officiel de la République française, 1959.

⁽⁴⁾ Anonyme, *Décret n°2000-555 du 21 juin 2000 relatif à l'organisation territoriale de la défense*, Journal officiel de la République française, 2000.

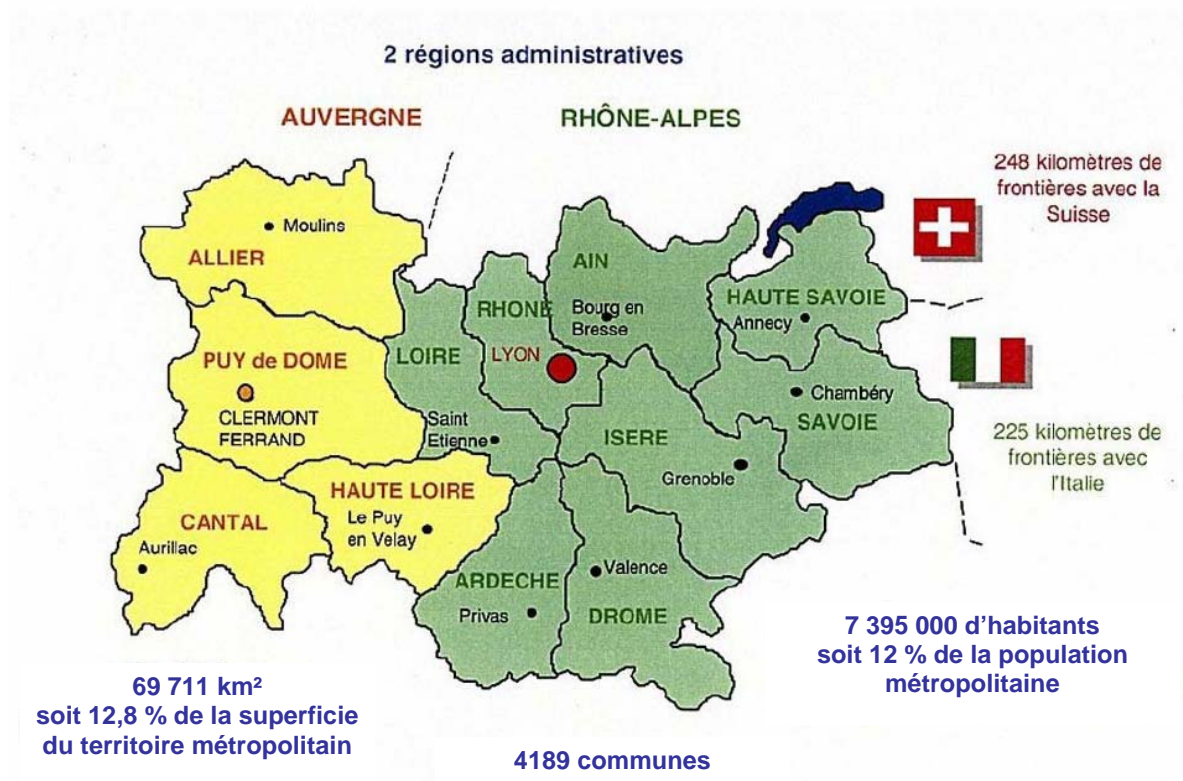


Figure 2 : approche géographique de la ZDSE (source : d'après une carte disponible sur le site www.rhone.pref.gouv.fr/web/397-letat-major-de-zone.php)

Vision systémique de la ZDSE :

L'erreur à ne pas commettre était de décrire la structure du système ZDSE par un découpage en 12 sous-systèmes (12 départements), car :

- Un nombre important de sous-systèmes rend l'analyse des risques fastidieuse ;
- Un découpage systémique purement administratif ne permet pas de faire apparaître les échanges de flux d'information, de matière ou d'énergie.

Par comparaison, le plan ORSEC de zone n'est pas une simple compilation des plans ORSEC départementaux : une vision globale est nécessaire.

En conséquence, le groupe de travail a convenu d'un découpage fonctionnel du système ZDSE en 6 sous-systèmes qui sont explicités par leurs constituants (Figure 3).

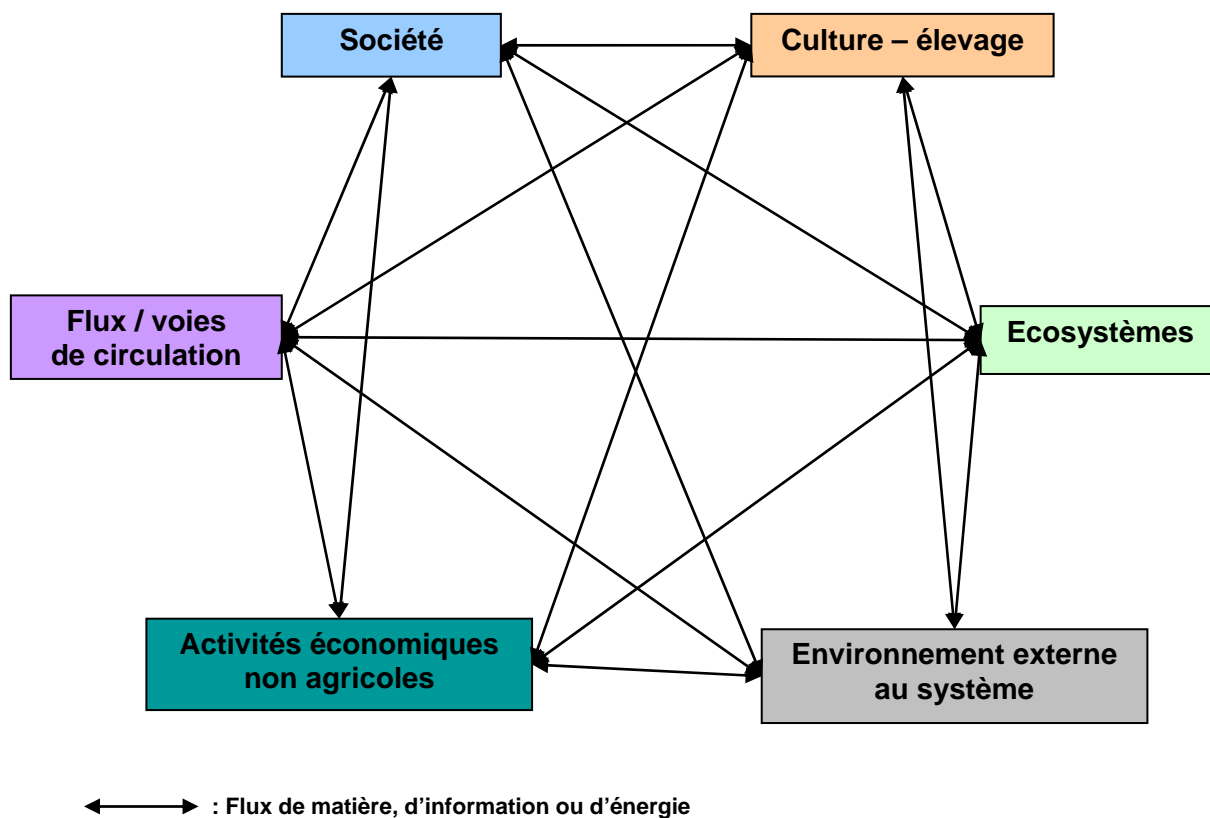


Figure 3 : découpage du système Zone de défense Sud-Est.

Les 6 sous-systèmes (SS) composant la ZDSE sont définis de la façon suivante :

- **Sous-système 1 (SS1) : « Société » :**

Ce SS1 inclut tout ce qui relève des individus, de la population, des services (Etat, collectivités territoriales, associations...), du comportement humain mais aussi du domaine politique, économique, judiciaire... Il représente l'homme dans sa composante sociétale. L'élément « population » peut lui-même être découpé entre éléments, par exemple « densité de population », « mouvement de population », « classes d'âge »...

- **Sous-système 2 (SS2) : « Culture – élevage » :**

Ce SS2 comporte l'ensemble des éléments constitutifs des activités agricoles ou d'élevage. Cela sous-entend la prise en compte de la flore et de la faune domestiques ainsi que des activités humaines directement associées. Par flore et faune domestiques, on entend :

- Les cultures végétales ;
- La population animale non sauvage :
 - Les animaux d'élevage agricole ;

- Les animaux domestiques, les animaux de loisirs, la faune sauvage captive (zoos, parcs...);
- Les animaux commensaux (rats, pigeons).

Ce SS2 a pour intérêt de regrouper en particulier l'ensemble des éléments ayant trait au secteur primaire de productions végétale et animale, sources de danger et donc d'événements sanitaires vétérinaires potentiels.

- **Sous-système 3 (SS3) : « Ecosystèmes » :**

Il s'agit de tous les écosystèmes internes au système ZDSE ainsi que leurs habitants (faune et flore sauvages). On y trouve :

- La montagne ;
- Les zones humides ;
- Les plaines, bocages et prairies ;
- Les forêts ;
- Les zones habitées (et les êtres vivants de cet écosystème hormis l'homme car il est inclus dans le SS1).

Ce SS3 a pour objet de représenter l'environnement interne du système, en donnant au mot environnement un sens biologique, écologique, géographique, géologique et climatologique. Il s'agit donc de l'environnement naturel interne au système. Cependant, il a été convenu de l'appeler « écosystèmes » et non « environnement naturel interne » pour ne pas confondre avec le SS6 « environnement externe au système ».

- **Sous-système 4 (SS4) : « Activités économiques non agricoles » :**

Ce sous-système consiste en l'ensemble du tissu industriel présent en ZDSE. Dans le cadre de l'analyse des risques sanitaires vétérinaires, vont en particulier nous intéresser :

- Les laboratoires (recherche, production, analyse, expérimentation...);
- L'industrie agro-alimentaire (toute la filière y compris élimination des déchets);
- Les industries à risque technologique (dont chimiques et nucléaires).

- **Sous-système 5 (SS5) : « Flux / voies de circulation » :**

Le SS5 comprend ce qui transite en termes de matière entre les sous-systèmes mais aussi du système ZDSE à un autre supérieur ou de même niveau. On y trouve des :

- Voies de circulation naturelle :
 - Trajets de migration animale (oiseaux, animaux terrestres);
 - Fleuves et rivières;

- Voies de circulation créées par l'homme :
 - Réseau routier ;
 - Réseau ferroviaire ;
 - Réseau d'adduction d'eau potable ;
 - Réseau d'assainissement ;
 - Réseau électrique.

- **Sous-système 6 (SS6) : « Environnement externe au système » :**

Il s'agit de toutes les interfaces entre le système et son environnement extérieur tel que décrit dans la caractérisation du système « ZDSE » :

- Les frontières internationales (y compris portuaires et aéroportuaires) ;
- Les couloirs aériens ;
- Les frontières avec les autres zones de défense ce qui sous-entend avec la nation entière ;
- Les éléments de climatologie et de météorologie non localisés à la ZDSE.

Evolution (« Comment se transforme le système dans le temps ? »)

Selon la formule « de la naissance au tombeau »⁽¹⁾, un système évolue dans le temps parce qu'il est « vivant » : tout en gardant sa finalité, il subit des changements, d'origine interne ou provoqués par les échanges qu'il entretient en permanence avec les systèmes avoisinants ou avec le système qui l'englobe. A l'identique des autres zones de défense, le système « ZDSE » est en interaction permanente avec le système « nation » et avec les autres systèmes « zone de défense ». A titre d'exemple, les récentes orientations nationales (Loi n°2004-811⁽²⁾, Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale⁽³⁾) donnent une nouvelle dimension à l'échelon zonal de défense et de sécurité civile.

En interne, il est également le lieu d'évolutions démographiques, économiques, politiques, écologiques... Certains éléments du système vieillissent, se renouvellent ou sont créés. C'est le cas des infrastructures autoroutières par exemple.

⁽¹⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

⁽²⁾ Anonyme, *Loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile*, Paris, Journal officiel de la République française, 2004.

⁽³⁾ Anonyme, *Défense et la sécurité nationale, le Livre blanc*, Paris, Odile Jacob, La Documentation française, 2008.

En conclusion, le système « ZDSE » présente des caractères de finalité et d'activité communs aux autres systèmes « zone de défense ». En revanche, l'environnement, la structure et l'évolution sont, en totalité ou en partie, propres à chaque zone de défense.

2.1.2.3. La ZDSE, un système complexe ?

Le travail de recherche effectué pour développer une analyse d'analyse globale des risques sur un territoire a également montré que le système « territoire » est un système complexe. De façon pratique, la ZDSE peut être qualifiée de système complexe si c'est un système ouvert, relationnel, englobant, varié et auto-organisateur⁽¹⁾.

La ZDSE est un système **ouvert**, par sa capacité intrinsèque à communiquer avec son environnement. Par opposition à un système fermé qui fonctionnerait en autarcie complète, totalement coupé du monde extérieur. Ce qui n'est pas le cas de la ZDSE qui pratique de nombreux échanges de matière, d'énergie ou d'information, avec les autres zones de défense, mais aussi avec l'échelon national ou les pays étrangers (par voie terrestre ou aérienne). Par exemple, l'aéroport de Lyon-Saint-Exupéry est le point d'entrée et de sortie de personnes et de fret provenant de ou destinés à des territoires extérieurs à la zone.

Le système « ZDSE » est **relationnel** : ses différents sous-systèmes sont interconnectés et communiquent les uns avec les autres par de nombreux moyens de liaison. Par exemple, un élevage de bovins (élément du SS2) échange des animaux ou sous-produits animaux (lait, œufs) avec l'industrie agro-alimentaire (SS4) qui les transforme en denrées alimentaires plus ou moins élaborées. Les industriels fournissent alors la population humaine (SS1) par le biais du SS5 (transport de denrées par voie routière). Les bovins (SS2) sont nourris par le SS3 (environnement naturel interne) mais aussi par le SS6 (complément alimentaire fabriqué en dehors de la zone) ou par les cultures végétales de ce même sous-système (SS2). Cet exemple illustre la haute densité d'interconnexion des constituants du système.

La ZDSE est un système **englobant** dans le sens où il est lui-même l'élément d'un système aux frontières plus vastes : le système territorial métropolitain, a fortiori le système « Union européenne ».

⁽¹⁾ Launay, R, *MOSAR – Méthode organisée systémique d'analyse des risques*, Cours dispensé aux étudiants du Master II professionnel « Gestion des risques de sécurité civile », Université de Haute-Alsace, Mulhouse, octobre 2006.

La Zone de défense Sud-Est est un système **varié** car il peut revêtir plusieurs configurations (fonctionnement en cas de crise par exemple). Il est composé d'une grande variété d'éléments et de liaisons entre ces éléments. Le découpage systémique présenté précédemment en est la preuve. C'est aussi cette variété qui confère au système sa capacité d'évoluer.

Enfin, le système « ZDSE » est complexe parce qu'il est **auto-organisateur** : il est capable d'atteindre sa finalité malgré des contraintes fortes émanant de son environnement. Pour ce faire, il évolue, change, s'adapte à ce nouvel environnement. Cette régulation n'est pas totalement conditionnée par l'extérieur du système. En effet, celui-ci se régule sous l'influence de contraintes internes. On peut illustrer cette auto-organisation du système « ZDSE » par deux exemples :

- Lors d'une situation de crise d'impact zonal, le préfet de zone coordonnera l'ensemble des moyens civils et militaires de la zone pour obtenir la réponse opérationnelle la plus adaptée pour revenir à la normale. C'est une auto-organisation suite à une contrainte interne ;
- Depuis l'instauration des zones de défense en 1959, les réformes successives de l'organisation territoriale de défense ont engendré une évolution des zones de défense. C'est un exemple d'auto-organisation suite à une contrainte externe.

2.2. IDENTIFICATION DES PROCESSUS DE DANGER :

Cette étape de l'appréciation des risques vétérinaires en ZDSE s'est articulée de la façon suivante :

- Identification des sources de danger ;
- Identification des événements redoutés pouvant être générés par l'activation des sources de danger ;
- Identification des causes d'activation des sources de danger ;
- Identification des conséquences engendrées par l'impact des événements redoutés sur les cibles.

Les 3 dernières étapes ont été regroupées pour des raisons de commodité.

2.2.1. Identification des sources de danger :

Construire les scénarii d'accidents potentiels nécessite dans un premier temps d'identifier les sources de danger internes et externes au système étudié. Pour ce faire, le découpage systémique de la ZDSE permet de recenser les sources de danger présentes dans chaque sous-système. Le groupe de travail « santé publique vétérinaire » a ainsi identifié 6 familles de sources de danger présentes dans le système (SS1 à SS5) et dans son environnement (SS6), sources pouvant générer des événements redoutés sanitaires vétérinaires si elles étaient activées. Ces 6 familles de sources de danger sont les suivantes :

- Sources de danger d'origine biologique ;
- Sources de danger d'origine chimique ;
- Sources de danger liées à l'environnement naturel ;
- Sources de danger liées au contexte économique ;
- Sources de danger d'origine socioculturelle et humaine ;
- Sources de danger liées aux rayonnements.

Pour chaque sous-système, des exemples d'éléments sources de danger ont été identifiés par le groupe de travail et sont présentés en Annexe 4.

2.2.2. Identification des événements redoutés, des causes d'activation et des conséquences engendrées :

Une fois les sources de danger identifiées, le groupe de travail a recensé un certain nombre d'événements redoutés qui pouvaient survenir si elles étaient activées. Ensuite, les causes potentielles d'activation de ces sources ont été listées. Enfin, chaque événement redouté a fait l'objet d'une étude des conséquences dommageables qu'il pouvait avoir sur chaque cible ou sous-système. Afin de ne pas alourdir le travail, le groupe de réflexion a convenu de ne considérer que des cibles génériques, sans entrer dans le détail de chaque cible. C'est pourquoi, les cibles seront représentées par les sous-systèmes de la ZDSE : société, cultures-élevage, écosystèmes... Soit 6 cibles génériques potentielles. L'ensemble de ces données est reporté en Annexe 5.

Chaque scénario peut être représenté sous le modèle du processus de danger simplifié. Par exemple (Figure 4), suite à une action terroriste, un laboratoire perd le confinement d'un agent biologique (agent B) pathogène qu'il stocke et utilise dans le cadre de ses attributions. Cet agent B se dissémine au voisinage du laboratoire et contamine les animaux des élevages environnants.

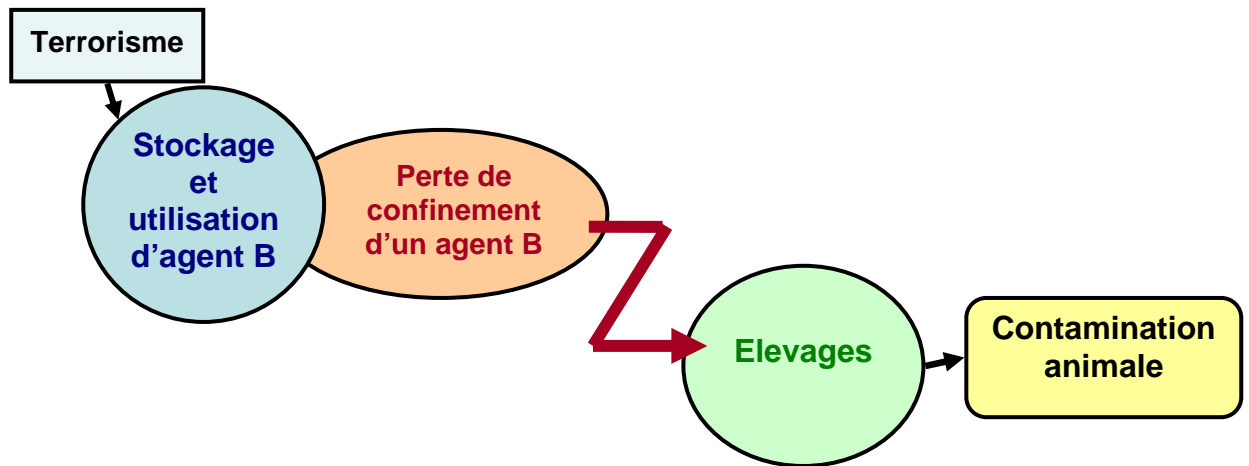


Figure 4 : exemple de scénario d'accident représenté sur le modèle du processus de danger simplifié.

Au final, le groupe de travail a recensé **23 événements redoutés** et donc autant de processus de danger associés. Pour faciliter la lecture des conséquences, chaque sous-système cible s'est vu attribué un code couleur, ce qui permet aisément d'identifier facilement les sous-systèmes impactés par un événement redouté donné et les dommages potentiels. Parmi ces 23 événements, l'Annexe 5 montre 2 grandes catégories :

- Les événements redoutés sanitaires vétérinaires de première intention
- Les événements redoutés d'autres natures (autre typologie de risque) pouvant avoir des conséquences vétérinaires

Les événements redoutés d'ordre sanitaire vétérinaire

Le groupe de travail en a identifié 6 :

- l'introduction d'un agent biologique sur la ZDSE : il s'agit de l'entrée d'un agent biologique pathogène pour l'homme, l'animal ou le végétal.
- la survenue d'une épidémie zoonotique* : on ne considère que le passage d'un agent pathogène d'un animal à un homme et non la contamination interhumaine qui relève du groupe de travail « santé publique humaine »
- la perte de confinement d'un agent biologique (cas d'un laboratoire laissant « s'échapper » un agent pathogène)
- la survenue d'une épizootie majeure* ;
- l'émergence d'un vecteur actif* (émergence sous-entend adaptation et multiplication du vecteur)
- l'insuffisance ou l'inadéquation des moyens vétérinaires présents sur la ZDSE.

Les événements redoutés d'autres natures pouvant avoir des conséquences vétérinaires secondaires

Le groupe de travail a relevé 17 événements entrant dans cette catégorie. Il s'agit des événements qui ne relèvent pas en première intention d'une problématique de santé publique vétérinaire mais qui peuvent engendrer des dommages relevant des compétences vétérinaires. A titre d'exemple, la rupture d'un barrage, l'élimination de dioxines dans l'environnement, un accident de centrale nucléaire, un séisme ou une coupure électrique prolongée peuvent provoquer des dommages aux élevages agricoles, à l'industrie agro-alimentaire ou aux écosystèmes. Le tableau V regroupe ces 17 événements en fonction de la nature du risque.

Nature du risque	Evènement redouté
Risques technologique et industriel	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dispersion de produits chimiques ➤ Accident nucléaire ➤ Dispersion de produits radiologiques ➤ Rupture de barrage/digue ➤ Coupure électrique prolongée ➤ Coupure de l'adduction en eau potable
Risques naturel et environnemental	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Inondation ➤ Séisme ➤ Eruption volcanique ➤ Sécheresse ➤ Canicule ➤ Feux de forêts ➤ Froid extrême ➤ Ravage des cultures ➤ Evènement climatique paroxystique (tempête/neige)
Risques économique et sociétal	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pénurie alimentaire animale ➤ Volonté de nuire à autrui ou à la société

Tableau V : événements redoutés non sanitaires pouvant avoir des conséquences vétérinaires.

Notons que l'expression « ravage des cultures » désigne la destruction de cultures uniquement par un agent biologique ou un insecte ravageur. En aucun cas, cet événement ne désigne l'action de la sécheresse ou d'une inondation par exemple. De la même façon, la « pénurie

alimentaire animale » désigne une insuffisance qualitative ou quantitative de ressource alimentaire destinée aux animaux de rente.

De plus, l'événement « ravage des cultures » ne relève pas de compétences vétérinaires mais des services de l'agriculture en charge de la protection des végétaux, d'où le classement de cet événement dans cette catégorie plutôt que dans celle des événements vétérinaires de première intention. Il en est de même pour l'événement de « pénurie alimentaire animale » qui relève plus de considérations agricoles et économiques.

Pour ces 17 événements redoutés, seules les conséquences de nature sanitaire vétérinaire ont été identifiées par le groupe de travail. En effet, les autres conséquences (sociales, technologiques, économiques, médiatiques...) relèvent de l'expertise des autres groupes de travail « ORSEC de zone », notre groupe ne s'estimant pas compétent pour évaluer les dommages relevant de ces types de risque. Ainsi, dans le cas d'une inondation, les effets intéressant le groupe de travail sont la mort d'animaux domestiques, l'isolement et la dispersion d'animaux de rente, la destruction des bâtiments d'élevage, la modification comportementale de la faune sauvage (avec déplacement vers les zones habitées), la destruction des industries agro-alimentaires... Ces données viennent compléter celles recueillies par le groupe en charge des risques naturels dans le cadre du livre II du plan ORSEC de zone Sud-Est⁽¹⁾.

Enfin, même si une recherche la plus exhaustive possible des sources de danger et des événements redoutés associés a été effectuée, le groupe de travail a conscience que la liste des processus de danger n'est pas limitative. Cette liste devra être actualisée en fonction de l'évolution des données scientifiques et techniques mais aussi l'expérience acquise dans ce domaine.

⁽¹⁾ Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile)*, Lyon, 2008.

TROISIEME PARTIE :

ANALYSE QUANTITATIVE

Estimation et évaluation des événements redoutés

3. ANALYSE QUANTITATIVE : estimation et évaluation des événements redoutés :

3.1. ESTIMATION DE LA SURVENUE DES EVENEMENTS REDOUTES :

L'identification des processus de danger a permis de recueillir un grand nombre de données qualitatives sur les événements redoutés. Il convient désormais de procéder à la troisième étape de l'appréciation des risques sanitaires vétérinaires d'impact zonal : l'estimation du risque de survenue des événements redoutés, donc leur analyse quantitative. Seuls les événements vétérinaires de première intention ont fait l'objet d'une estimation du risque de survenue. En effet, le groupe de travail a considéré que l'analyse quantitative des autres événements redoutés relevait des missions des autres groupes de travail ORSEC.

Dans cette étude, l'estimation des événements redoutés a été réalisée en deux phases :

- La détermination du niveau de risque
- La détermination du niveau de criticité

3.1.1. Estimation du niveau de risque :

La norme ISO/CEI guide 73⁽¹⁾ définit le risque comme la « combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences ». Le guide ISO/CEI 51⁽²⁾ qui s'attache plus spécifiquement au management du risque lié à la sécurité définit le risque comme la « combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de sa gravité ».

En pratique, le risque R est classiquement défini comme la combinaison de deux variables indépendantes, la probabilité P et la gravité G, ce qui revient à écrire l'équation suivante⁽³⁾ :

$$R = P \times G$$

Estimer le risque revient à « affecter des valeurs à la probabilité et aux conséquences d'un risque »⁽¹⁾, donc à affecter des valeurs à P et G, pour chaque scénario d'accident.

⁽¹⁾ International organization for standardization, *Norme FD ISO/CEI Guide 73 : Management du risque – Vocabulaire – Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes*, AFNOR, Saint-Denis-La-Plaine, 2002.

⁽²⁾ International organization for standardization, *Norme FD ISO/CEI Guide 51 : Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*, AFNOR, Saint-Denis-La-Plaine, 1999.

⁽³⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

Cependant, chiffrer la probabilité que survienne un événement n'est pas chose aisée. Surtout lorsqu'il s'agit d'événements de nature différente (« inondation » versus « insuffisance ou inadéquation des moyens »), de cinétiques très variables (la rupture de barrage est de cinétique beaucoup plus rapide qu'une pénurie alimentaire animale), ou pour lesquels il n'existe pas souvent de bases de données (événements vétérinaires contrairement aux événements liés aux risques naturels ou technologiques qui sont très documentés). En conséquence, Donie *et al.*⁽¹⁾ substituent la notion de fréquence F à celle de probabilité. Dans ce cas, la fréquence est assimilée au temps de présence de la source de danger dans le système étudié. Il est en effet plus facile de savoir combien de temps est présente une souche d'agent biologique pathogène détenue par un laboratoire que de chiffrer la probabilité que ce laboratoire perde le confinement de l'agent biologique...

Le calcul du risque R devient alors :

$$R = F \times G$$

Le chiffrage de F et G est délicat compte-tenu d'un manque de données pour attribuer une valeur de F et G à des événements vétérinaires. C'est pourquoi le groupe s'est appuyé sur les quelques indicateurs quantifiables ou cartographiables existants qu'il a recensé pour chaque événement redouté. Ainsi, la valeur de F ou de G pour un événement redouté donné sera obtenue en faisant la moyenne des valeurs de F ou de G relatives à chacun des indicateurs de ce même événement. L'intérêt de disposer de données cartographiables répond également à une demande du préfet de zone dans le cadre de la construction du plan ORSEC de zone. En effet, la cartographie apporte une plus-value dans la visualisation globale du risque sur l'ensemble du territoire. De ce fait, c'est un outil très apprécié des décideurs. C'est à cette fin que la cartographie zonale du risque a été demandée à chaque groupe de travail par le comité de pilotage du plan ORSEC de zone Sud-Est.

3.1.1.1. Etude de la fréquence :

Sur la base de la définition de F donnée précédemment, Donie *et al.*⁽¹⁾ établissent 4 niveaux de fréquence et affectent à chacun d'entre eux une valeur chiffrée (Tableau VI). Cette classification de F a été utilisée par notre groupe de travail.

⁽¹⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

Niveau de fréquence	Valeur affectée
Rarement	1
Quelquefois	2
Souvent	3
Permanent	4

Tableau VI : échelle des niveaux de fréquence (source : Donie *et al.*, 2002)

Ainsi, une source de danger présente en permanence dans le système étudié conduit à affecter une valeur de 4 à la fréquence de survenue de l'événement redouté qui lui est associé. Dans le cas des laboratoires de la ZDSE qui détiennent des souches d'agent biologique pathogène, la source de danger est de présence permanente sur le territoire. L'événement redouté « perte de confinement d'un agent B » se voit alors attribué une fréquence égale à 4.

Concernant l'événement « émergence d'un vecteur actif », la ZDSE comporte parmi les plus importantes zones humides du territoire métropolitain (zones humides de la Dombes dans le département de l'Ain). Les zones humides sont des lieux privilégiés de flux d'animaux (oiseaux migrateurs), sources potentielles d'introduction de vecteurs actifs. Ces zones fournissent également les conditions idéales de développement de capacités d'adaptation à des agents pathogènes ou à leurs vecteurs. Pour cet indicateur, le groupe de travail a attribué une valeur maximale ($F = 4$) à la fréquence F , considérant que la présence de sources de danger était permanente. Les réservoirs de faune sauvage et les zones à vecteurs (autres que les zones humides) sont deux indicateurs pouvant souvent héberger des sources de danger conduisant à l'émergence durable d'un vecteur actif, mais de façon moindre que les zones humides. D'où les valeurs respectives $F = 3$ affectées à chacun des deux indicateurs. La moyenne des valeurs de F des 3 indicateurs conduit à une valeur de F égale à 3,3 pour le risque d'émergence d'un vecteur actif sur la ZDSE.

3.1.1.2. Etude de la gravité des dommages :

De la même façon que pour F, Donie *et al.*⁽¹⁾ proposent de noter la gravité G d'un événement redouté en fonction des conséquences de cet événement sur les différentes catégories de cibles (Tableau VII).

Niveau de gravité	Valeur affectée
Conséquences mineures	1
Conséquences significatives	2
Conséquences critiques ou graves	3
Conséquences catastrophiques internes	4
Conséquences catastrophiques externes	5

Tableau VII : échelle des niveaux de gravité (source : Donie *et al.*, 2002)

Au même titre que celui proposé pour F, ce tableau de classification des niveaux de G a été retenu par le groupe de travail « santé publique vétérinaire ». Dans cette classification, on distingue les conséquences catastrophiques internes, qui sont limitées aux frontières du système ZDSE, aux conséquences catastrophiques externes qui impactent des cibles à l'extérieur du système, donc qui touchent l'environnement de la ZDSE. Etant donné la diversité des événements redoutés, il est difficile de donner des exemples précis pour chaque niveau de gravité. L'attribution d'une valeur à un événement redouté a fait l'objet d'un compromis de l'ensemble des membres du groupe de travail. Celui-ci a travaillé en comparant les événements redoutés les uns aux autres pour *in fine* se forger sa propre échelle de valeurs qu'il est difficile de restituer par écrit.

Reprenons l'exemple de l'événement « émergence d'un vecteur actif ». Quelque soit l'indicateur, le groupe de travail a estimé que si un vecteur actif émergeait de façon à avoir un

⁽¹⁾ Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

impact zonal, il est probable que cet événement serait de cinétique suffisamment lente pour y répondre avant que les dommages n'affectent l'extérieur de la ZDSE et soient d'impact national. C'est pourquoi, quelque soit l'indicateur, la valeur de 4 a été attribuée à G pour cet événement redouté. En revanche, toute survenue d'une épizootie majeure se traduisant par des pertes économiques considérables (surtout en raison de l'embargo commercial qui suit l'apparition de la maladie), la gravité des conséquences est chiffrée à 5 quelque soit l'indicateur concerné.

3.1.1.3. Calcul et qualification du niveau de risque :

Le calcul de R est obtenu en multipliant la valeur moyenne de F par la valeur moyenne de G pour chaque événement redouté. Les indicateurs, les valeurs de F, de G et de R sont données dans le Tableau VIII.

Événement redouté	Indicateurs quantifiables ou cartographiables de ZDSE, ayant un impact de santé publique vétérinaire	F	G	R
Introduction d'un agent biologique	- Flux de population saisonnière (tourisme) - Flux d'animaux (transhumance, échanges commerciaux) et de produits - aéroports, ports, postes frontières	3 3 4	3 4 4	12,3
Epidémie zoonotique (passage animal à homme)	- Densité de population humaine - Densité d'élevages : ruminants, porcs, volailles - Lieux de concentration d'animaux (centres de rassemblement, marchés aux bestiaux...) - Flux de population saisonnière (tourisme)	4 4 3 3	5 5 5 5	17,5
Perte de confinement d'un agent biologique	- Laboratoires (production, localisation)	4	5	20
Epizootie majeure	- Densité d'élevages : ruminants, porcs, volailles - Lieux de concentration d'animaux (centres de rassemblement, marchés aux bestiaux...) - Flux d'animaux (transhumance, échanges commerciaux) et de produits - Elimination des déchets, plateformes distribution IAA	4 3 3 4	5 5 5 5	17,5
Emergence d'un vecteur actif	- zones humides - réservoirs faune sauvage - zones à vecteurs	4 3 3	4 4 4	13,3
Insuffisance ou inadéquation des moyens	- DDSV : nombre de personnels formés (techniques, administratifs, vétos sanitaires) - DDSV : moyens matériels (véhicules, gros matériels de nettoyage et désinfection, matériels d'abattage (matadors, pinces électronarcose) - autres services de l'Etat et collectivités territoriales et partenaires (GDS)	3 3 3	4 4 4	12

Tableau VIII : estimation du risque pour chaque événement redouté.

Un chiffrage de F entre 1 et 4 et de G entre 1 et 5 conduit à obtenir des valeurs de R comprises entre 1 et 20. L'estimation du niveau de risque est complétée par l'attribution d'un code couleur à chaque intervalle de risque (Tableau IX) :





Qualification du risque	Intervalle de risque	Code couleur
Mineur	$1 \leq R \leq 5$	
Significatif	$6 \leq R \leq 10$	
Important	$11 \leq R \leq 15$	
Majeur	$16 \leq R \leq 20$	

Tableau IX : échelle de couleur pour qualifier le niveau de risque.

(source : Donie *et al.*, 2002)

En conclusion, l'estimation du risque fait apparaître que sur les 6 événements redoutés présentant des conséquences vétérinaires de première intention, 3 événements sont de risque majeur (« épidémie zoonotique », « perte de confinement d'un agent biologique », « épizootie majeure »). Les 3 autres sont de risque important : « introduction d'un agent biologique », « émergence d'un vecteur actif » et « insuffisance ou inadéquation des moyens ».

3.1.2. Estimation du niveau de criticité :

3.1.2.1. Principe :

Nous avons vu précédemment que le modèle de processus de danger permet de schématiser le déroulement d'un scénario d'accident. L'intérêt est d'être en mesure de proposer des barrières au développement de l'enchaînement des éléments du scénario (Figure 5).

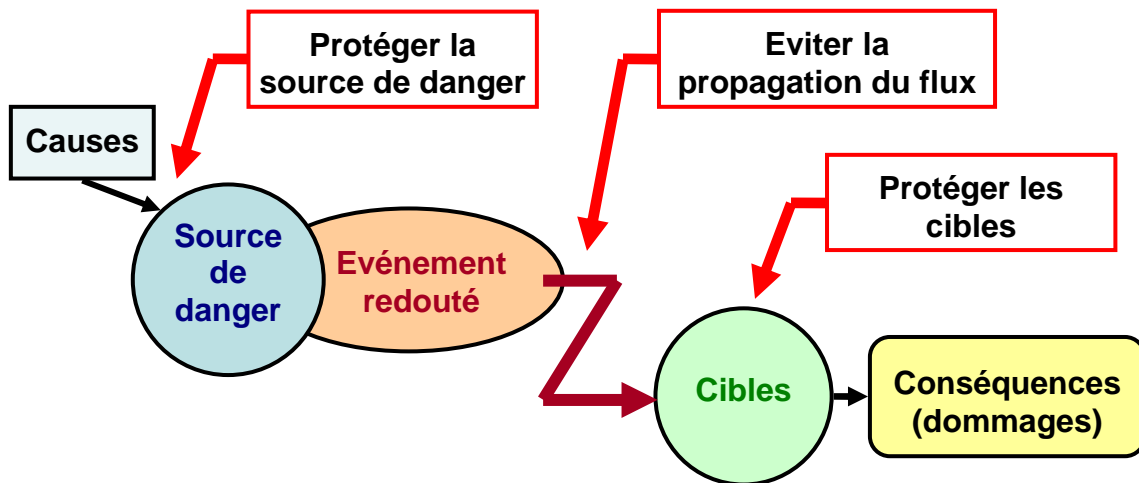


Figure 5 : barrières au développement d'un scénario d'accident.

A titre d'exemple, dans le cas de la perte de confinement d'un agent biologique, des exemples de barrières au déroulement du scénario potentiel d'accident sont présentées sur la figure 6 :

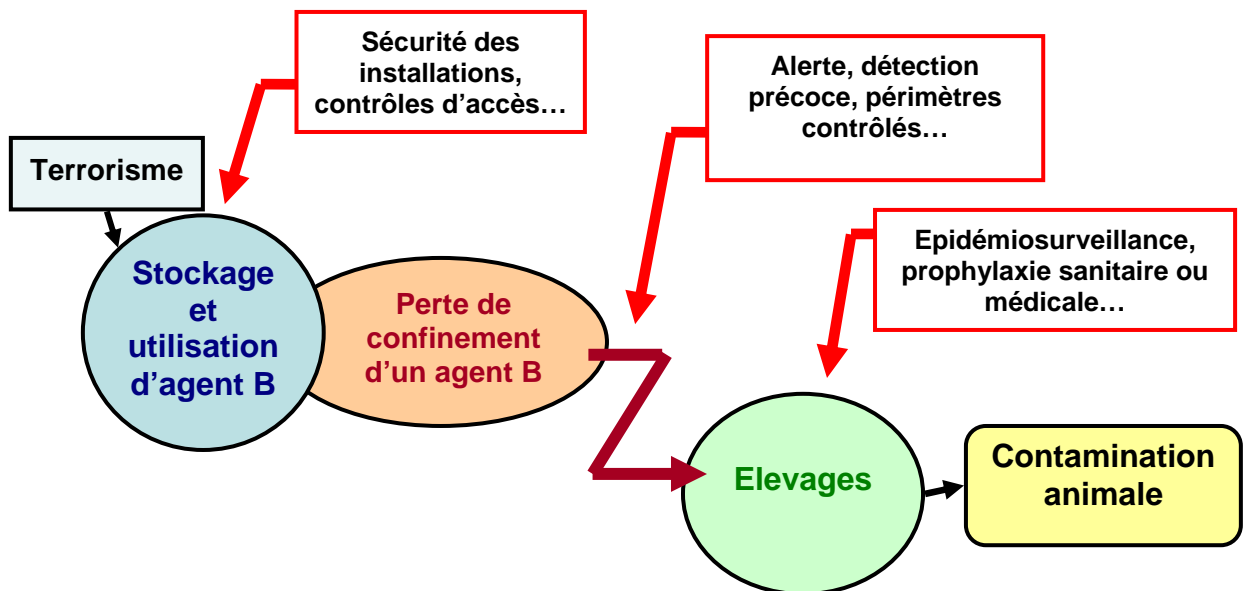


Figure 6 : exemples de barrières au développement d'un scénario d'accident dans le cas de la perte de confinement d'un agent biologique.

Comme le montre l'exemple schématisé en figure 6, les barrières au développement du scénario peuvent être regroupées en deux catégories d'action :

- réduire le risque par la mise en œuvre de mesures de maîtrise
- détecter tout signe de survenue potentielle de l'événement redouté

Ainsi, le risque peut être pondéré par des facteurs de maîtrise M et de détectabilité D. On obtient alors une estimation du niveau de criticité du scénario d'accident par l'équation :

$$C = R \times M \times D$$

C'est cette définition de la criticité, utilisée par Dassens⁽¹⁾ dans ses travaux de recherche, qui a été retenue par le groupe de travail.

Rappelons que maîtriser le risque consiste à agir sur les deux composantes du risque, afin de le rendre acceptable (Figure 7):

- diminuer la probabilité de survenue de l'événement redouté par des mesures de prévention du risque
- réduire la gravité des conséquences par des mesures de protection.

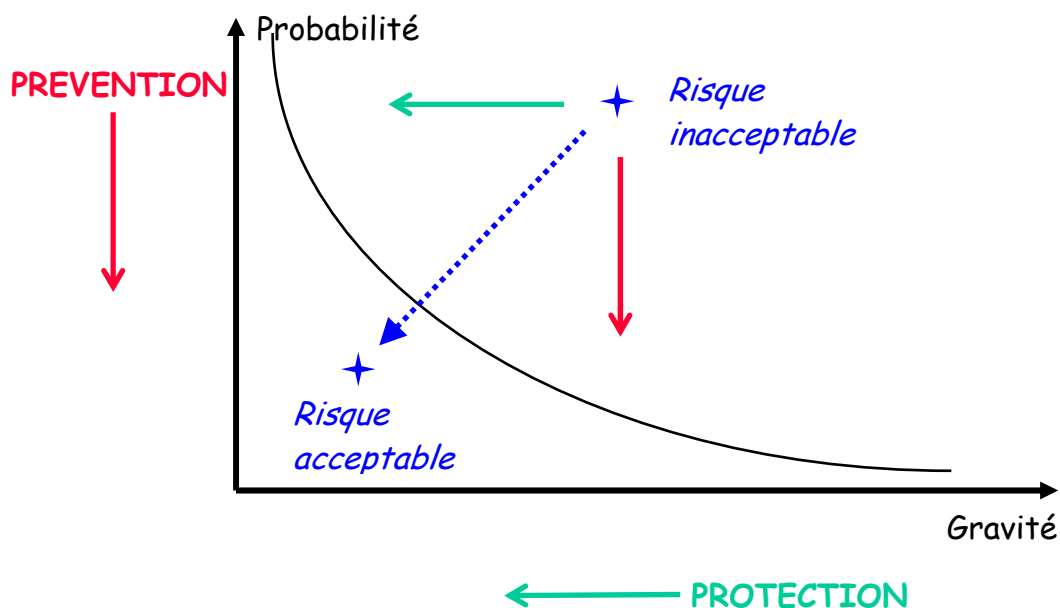


Figure 7 : « principe » des barrières (Source : Donie *et al.*, 2002)

⁽¹⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

3.1.2.2. Calcul du niveau de criticité :

L'étude de criticité a été réalisée sur la base de ces éléments pour chacun des 6 événements redoutés. Des valeurs comprises entre 0,1 et 1 ont été attribuées à M et à D (Tableau X). La valeur 0,1 correspond à une maîtrise (ou une détectabilité) efficace. En revanche, la valeur 1 indique une absence totale de maîtrise (ou de détection).

N° du processus de danger	Evènement redouté	R	M	D	Criticité
1	<i>Introduction d'un agent biologique</i>	12,3	0,8	1	9,9
2	<i>Epidémie zoonotique</i>	17,5	0,7	0,9	11
3	<i>Perte de confinement d'un agent biologique</i>	20	0,3	1	6
4	<i>Epizootie majeure</i>	17,5	0,6	0,8	8,4
5	<i>Emergence d'un vecteur actif</i>	13,3	0,9	0,9	10,8
23	<i>Insuffisance ou inadéquation des moyens</i>	12	1	1	12

Tableau X : valeurs de M, D et C obtenues pour les 6 événements redoutés.

Que ce soit pour M ou pour D, l'attribution d'une valeur a été faite par comparaison des scénarii les uns par rapport aux autres. En effet, au sein d'un même scénario, les facteurs M et D peuvent varier, par exemple selon l'agent pathogène incriminé dans le cas des événements mettant en jeu des maladies animales contagieuses ou transmissibles à l'homme.

Ainsi, de façon globale, les mesures de maîtrise ont tenues compte de :

- l'existence de mesures de prévention : vaccination pour certaines maladies (rage par exemple), abattage préventif en cas de suspicion (épizootie majeure), actions menées sur le réservoir animal de la maladie, lutte contre les insectes vecteurs d'agents pathogènes (lutte difficile dans le cas de la fièvre catarrhale ovine par exemple), procédures qualité (laboratoires)...
- l'existence de mesures de protection : abattage des animaux dans les foyers infectés, vaccination d'urgence en périphérie des foyers, zones de restriction de circulation, assainissement des locaux et des abords, destruction des cadavres et des produits

susceptibles d'être contaminés, présence de plans d'urgence pertinents (plans de lutte contre les épizooties majeures par exemple, procédures d'urgence des laboratoires)...

- l'existence de moyens de détection : cela repose essentiellement sur les réseaux d'épidémiosurveillance : faune sauvage, animaux domestiques, réseaux des vétérinaires sanitaires, groupements d'éleveurs, services vétérinaires départementaux, laboratoires de référence, coopération internationale...

A titre d'exemple, il est très difficile de détecter l'introduction sur un territoire d'un agent biologique dans des délais raisonnables, d'où un facteur $D = 1$. De la même façon, les mesures de maîtrise actuellement en place ne permettent pas de parer à toute éventualité, compte tenu de la grande diversité des agents pathogènes, d'où une valeur de 0,8 attribuée à M pour ce même événement.

Dans le cas de la perte de confinement d'un agent biologique dangereux par un laboratoire, l'existence de procédures de maîtrise des risques propres à ce type d'installation a conduit le groupe à estimer que la maîtrise était satisfaisante ($M = 0,3$). En revanche, détecter la fuite est illusoire et le cas récent de fuite d'une souche de virus aphteux d'un laboratoire anglais⁽¹⁾ en est la preuve, d'où le facteur D estimé à 1.

3.1.3. Interprétation – discussion :

Pour interpréter la criticité, il nous est apparu utile de reporter ces valeurs sur un graphe représentant le produit $M \times D$ en fonction de R , soit $M \times D = f(R)$. On obtient alors un nuage de points, chaque point représentant un des 6 événements redoutés. Un point est identifié par son numéro d'ordre (numéro attribué lors de l'élaboration des processus de danger et repris dans le tableau X) et a pour coordonnées, en abscisse la valeur de R et en ordonnée la valeur $M \times D$ (Figure 8). Or, nous savons que la criticité $C = R \times M \times D$. Par conséquent, $M \times D = C / R$. Si l'on attribue des valeurs à C , on peut tracer sur la figure 8 les hyperboles de criticité constante. Compte tenu des valeurs de M et de D , le produit $M \times D$ est compris entre 0 et 1. De la même façon, les valeurs extrêmes de R sont 0 et 20. En conséquence, C sera compris entre 0 et 20. On peut donc tracer sur la figure 8 trois hyperboles à criticité constante, pour des valeurs respectives de $C = 5$, $C = 10$ et $C = 15$. Ceci nous permet de qualifier la criticité des événements selon le code couleur présenté dans le tableau XI.

⁽¹⁾ Guillet, J-P, *Fièvre aphteuse. Nouvel incident sur le site de Pirbright. Alerte sur une fuite de virus aphteux « en circuit fermé »*, La Semaine Vétérinaire, n°1293, 7 décembre 2007.

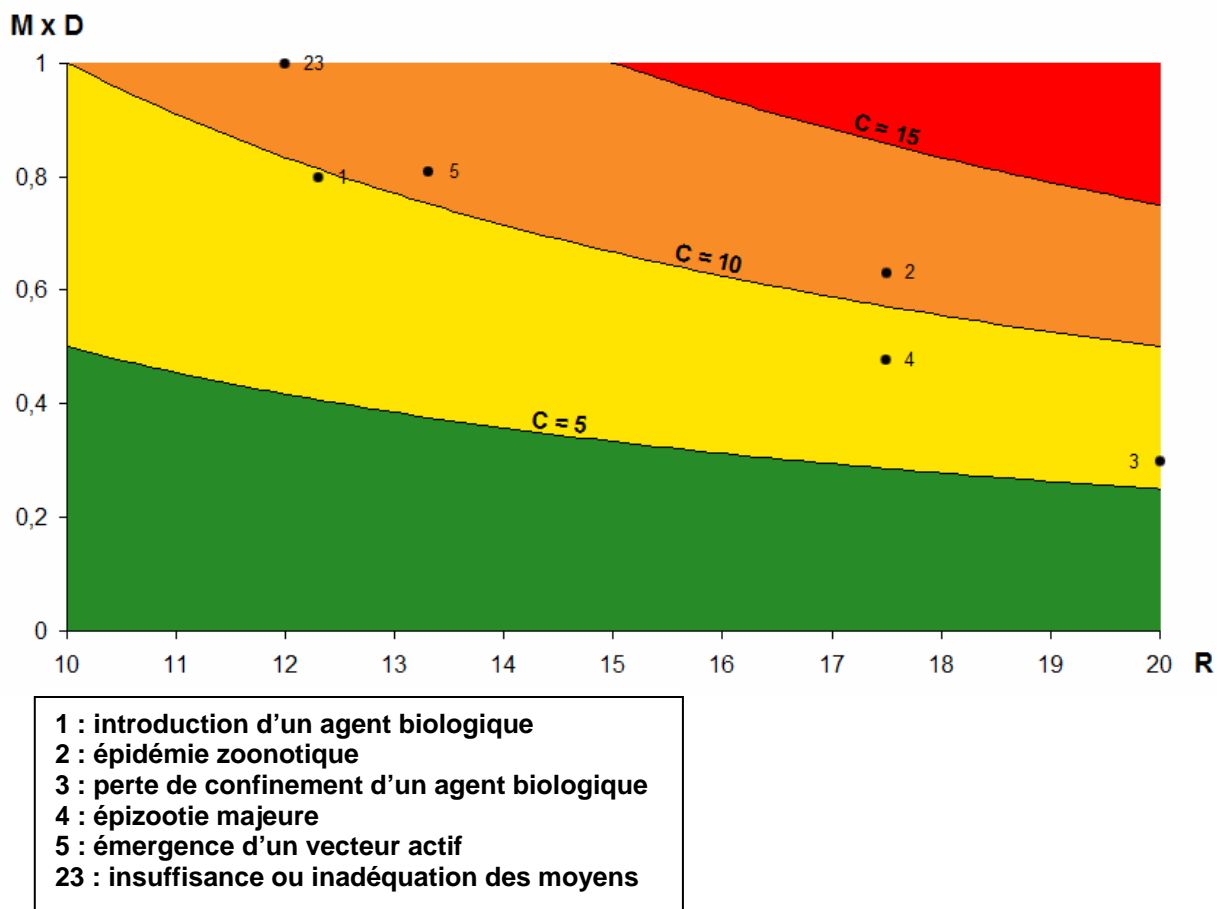


Figure 8 : représentation graphique du produit M x D en fonction de R.





Qualification de l'événement redouté	Intervalle de criticité	Code couleur
Peu critique	$0 < C \leq 5$	
Moyennement critique	$5 < C \leq 10$	
Critique	$10 < C \leq 15$	
Très critique	$15 < C \leq 20$	

Tableau XI : qualification des niveaux de criticité.

La figure 8 montre que sur les six événements redoutés, trois (n° 2, 3 et 4) sont situés à droite du graphe, c'est-à-dire qu'ils sont de risque majeur et qu'il existe un certain nombre de moyens de les maîtriser et de les détecter. Les trois autres événements (n°1, 5 et 23) sont de risque plus faible que les précédents et leurs contre-mesures sont plus limitées. Cette distinction nette entre les groupes d'événements peut s'expliquer que par le fait que de façon générale, les décideurs ont tendance à adopter des barrières pour faire face à des événements majeurs de très forte gravité mais dont la probabilité n'est pas forcément très élevée. En revanche, certains événements redoutés ne font pas l'objet de mesures suffisantes soit parce que leurs conséquences sont sous-estimées, soit parce que les barrières sont difficiles à créer ou à mettre en œuvre, alors que la probabilité d'occurrence est égale à la catégorie précédente. Ainsi, un événement de risque important (n°23 : insuffisance ou inadéquation des moyens) est plus critique qu'un événement de risque majeur (n°3 : perte de confinement d'un agent biologique).

Par ailleurs, quelque soit le niveau de risque, le coût nécessaire pour mettre en place des barrières visant à baisser le produit MxD et donc faire passer un événement redouté de la zone orange à la zone verte (par exemple) sera d'autant plus élevé que le produit M x D baissera. Ce qui s'explique par le fait que plus les barrières sont qualitativement et quantitativement efficaces, plus le coût de leur réalisation est élevé. Un choix des barrières s'impose. Il se fait en fonction de la perception, de l'acceptation ou de la tolérance du risque. La décision revient au décideur, c'est-à-dire au préfet de zone dans la cadre du plan ORSEC de zone. Elles ne sont donc pas abordées par le groupe de travail.

Les qualifications des 6 événements redoutés en fonction de leur niveau de R et de C respectifs sont résumées dans le tableau XII.

Événement redouté	Niveau de risque	Niveau de criticité
Introduction d'un agent biologique	Important	Moyennement critique
Epidémie zoonotique	Majeur	Critique
Perte de confinement d'un agent biologique	Majeur	Moyennement critique
Epizootie majeure	Majeur	Moyennement critique
Emergence d'un vecteur actif	Important	Critique
Insuffisance ou inadéquation des moyens	Important	Critique

Tableau XII : résumé des qualifications des niveaux de risque et de criticité pour chaque événement redouté.

Une épidémie zoonotique (événement n°2) ressort comme étant l'événement dont les niveaux de risque et de criticité sont les plus élevés. Cet événement est plus critique qu'une épizootie majeure (événement n°4) alors que le niveau de risque est identique (R = 17,5). Cela équivaut à écrire qu'il nous apparaît plus difficile de gérer une épidémie avec passage d'un agent infectieux de l'animal à l'homme (« grippe » aviaire) que de combattre une maladie spécifiquement animale (fièvre aphteuse). Or combattre un événement sur deux fronts à la fois (homme et animal) est plus efficace que de l'aborder sur un seul front. Cependant, cette technique n'est valable que si les deux actions sont en parfaite coordination. Or, force est de constater que les moyens de détection et de maîtrise des risques sanitaires font le plus souvent appel à des réseaux différents qui manquent d'interconnexions⁽¹⁾...

En conclusion, l'étude de criticité apporte un certain nombre d'indications permettant de relativiser les événements redoutés les uns par rapport aux autres. Cependant, le groupe de travail a préféré n'estimer les événements redoutés que sur la base du risque absolu

⁽¹⁾ Fournié, G, *Santé publique. Forum à l'Institut de France. Les vétérinaires ont aussi un rôle primordial à jouer vis-à-vis des zoonoses. La Semaine Vétérinaire*, n°1275, 23 juin 2007.

et non du risque pondéré (criticité)⁽¹⁾. En conséquence, la mise au point d'une réponse opérationnelle ne tiendra pas compte des résultats de l'étude de criticité. Cela tient à plusieurs raisons. La principale relève de la grande difficulté de chiffrer les paramètres M et D, ce qui confère à la criticité une réelle subjectivité. De plus, la variation d'une décimale de la valeur de M ou de D induit une variation non négligeable de C et parfois du code couleur attribué à un même événement redouté.

3.2. EVALUATION DE LA SURVENUE DES EVENEMENTS REDOUTES :

3.2.1. Généralités :

En raison des échéances imposées par le calendrier de construction du plan ORSEC de zone, l'évaluation de la survenue des événements redoutés n'a pas été traitée par le groupe de travail. Cependant, compte tenu des éléments présentés ci-dessous, il nous est apparu utile de compléter le travail réalisé précédemment. En conséquence, ce chapitre est le fruit d'une réflexion individuelle et non collective et, de ce fait, n'apparaît pas dans le livre II du plan ORSEC de zone Sud-Est.⁽¹⁾

L'évaluation de la survenue d'un événement redouté est définie comme une « comparaison du risque estimé avec des critères de risque donnés pour déterminer l'importance du risque ». Les critères de risque peuvent être « les coûts et les avantages, les exigences d'ordre légal et réglementaire, les aspects socio-économiques et environnementaux, les préoccupations des parties prenantes, les priorités et d'autres éléments pour l'appréciation ».⁽²⁾

Evaluer les événements redoutés revient donc à les hiérarchiser en fonction d'un certain nombre de paramètres et de seuils d'acceptabilité. L'objectif est de déterminer les événements intolérables ou inacceptables, donc de désigner ceux contre lesquels il faut agir en priorité. Il existe des grilles d'évaluation d'événements qui aident le décideur à choisir les événements prioritaires.⁽³⁾

Dans le cadre de notre étude, compte tenu du faible nombre d'événements redoutés (6) à conséquences vétérinaires de première intention, il ne nous est pas apparu nécessaire de hiérarchiser ces événements selon des seuils de tolérance ou d'acceptabilité du risque.

⁽¹⁾ Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile)*, Lyon, 2008.

⁽²⁾ International organization for standardization, *Norme FD ISO/CEI Guide 73 : Management du risque – Vocabulaire – Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes*, AFNOR, Saint-Denis-La-Plaine, 2002.

⁽³⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

D'autant plus que le choix définitif incombe au décideur, c'est-à-dire au préfet de zone et non à l'analyste.

En revanche, à la place (ou en complément) de cette évaluation classique des événements redoutés selon des critères d'acceptabilité, Dassens⁽¹⁾ propose une nouvelle méthode pour hiérarchiser les événements, qui est très riche en enseignements. En effet, cet outil permet d'exploiter mathématiquement les liens potentiels entre les événements redoutés et ainsi montrer l'existence de cascades de scénario d'accident. Il suffit de partir du principe que les conséquences d'un événement redouté n°1 puissent être la cause de l'activation d'une autre source de danger conduisant à un événement redouté n°2 (Figure 9).

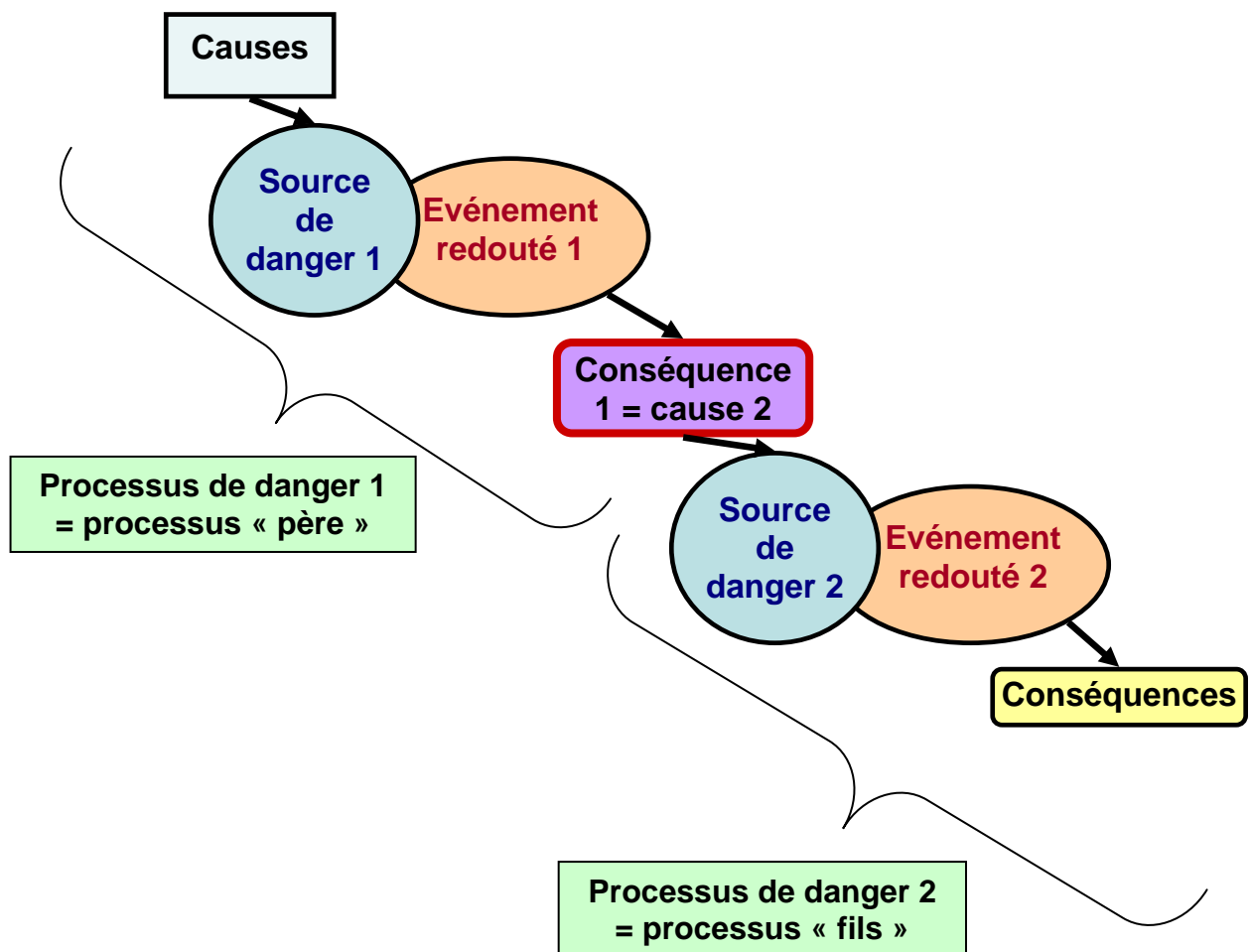


Figure 9 : enchaînement entre deux processus de danger (source : Dassens, 2007)

⁽¹⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

Selon Dassens⁽¹⁾, la méthode présente deux avantages majeurs :

- elle permet de s'affranchir de l'étape d'estimation des événements redoutés, évoquée précédemment, en hiérarchisant les processus de danger
- elle évite la construction des arbres des défaillances, nécessaires pour comprendre l'enchaînement des processus de danger, mais difficiles à établir et à visualiser quand le nombre de processus est important.

Un événement redouté peut donc engendrer de façon directe ou indirecte plusieurs autres événements redoutés. L'exploitation des liens entre ces processus s'appuie sur l'utilisation d'un outil mathématique : le calcul matriciel. La matrice sur laquelle nous avons travaillé est une matrice carrée, que nous dénommerons A, comportant 23 lignes et 23 colonnes. Ce chiffre « 23 » correspond au nombre d'événements redoutés élaborés précédemment et détaillés en Annexe 5.

3.2.2. Etude des liens directs entre les événements redoutés :

La première phase consiste à construire la matrice des liens directs, également appelée matrice des incidences (Tableau XIII).

⁽¹⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4
4	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	9
19	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	9
22	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
23	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Nb liens	3	1	4	2	3	1	3	1	4	8	5	7	6	3	1	3	2	0	0	9	0	1	0	

Tableau XIII : matrice A des incidences.

Cette matrice est remplie colonne par colonne. Lorsque le processus de danger inscrit en tête de colonne peut engendrer le processus de danger indiqué en début d'une ligne, le lien est matérialisé par un chiffre 1 dans la case correspondante. S'il n'existe aucun lien de « père » à « fils » entre les deux processus, le chiffre 0 est alors employé. L'étude du tableau de l'annexe 5 montre que le processus de danger n°1 (« introduction d'un agent biologique ») peut engendrer le processus n°4 (« épizootie majeure »). Dans le tableau XIII, la case située sur la ligne n°4, au regard de la colonne n°1, comporte donc un chiffre 1. Un processus de danger ne pouvant s'engendrer lui-même, des chiffres 0 sont reportés dans la diagonale de la matrice. Le choix du chiffre 1 ou 0, donc l'existence ou non d'un lien entre deux processus, se fait sur la base des éléments du tableau donné en annexe 5 mais aussi des antécédents d'accidents

historiquement observés ou des renseignements fournis par les autres groupes de travail, en particulier pour les risques naturels et technologiques⁽¹⁾.

Le tableau XIII ainsi obtenu équivaut à écrire la matrice carrée A des liens directs :

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

L'exploitation du tableau XIII, représentant cette matrice A des liens directs, permet d'obtenir deux informations supplémentaires pour chaque processus de danger⁽²⁾ :

- le niveau de dépendance du processus de danger
- le nombre de liens ou niveau d'influence du processus de danger

⁽¹⁾ Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile)*, Lyon, 2008.

⁽²⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

Le niveau de dépendance (colonne de droite du tableau XIII) s'obtient en faisant la somme des chiffres situés sur une même ligne, **le niveau d'influence** (ligne du bas du tableau XIII) en totalisant les chiffres d'une même colonne. Le niveau de dépendance d'un processus de danger donné traduit le nombre de processus dont il est le « fils » direct. Le niveau d'influence correspond au nombre de processus dont il est directement le « père » et par conséquent, le nombre de processus qu'il engendre.

Le tableau XIII des liens directs montre que **le processus de danger n°19 (« coupure de l'adduction en eau potable ») est le plus « dépendant » du système**, dans le sens où il peut être engendré par 10 autres processus de danger (niveau de dépendance égal à 10). **Il s'agit donc d'un point sensible du système.** En second rang de dépendance, on trouve, avec un niveau de dépendance égal à 9, les processus de danger n°18 (« coupure électrique prolongée ») et n°21 (« pénurie alimentaire animale »). Concernant les nombres de liens, ce même tableau fait apparaître que **le processus de danger n°20 (« volonté de nuire à autrui ou à la société »), qui peut être illustré par du terrorisme ou de la malveillance, est le « père » potentiel de 9 processus de danger. Il est le processus le plus « influent » dans le système.** En second, vient le processus de danger n°10 (« inondation ») qui peut engendrer 8 autres processus. Bien évidemment, ce sont des générations potentielles d'événements. Le processus « inondation » peut engendrer un autre processus, ou deux, ou plus, voire aucun processus selon la situation envisagée. Il est très peu probable qu'il engendre lors d'une même situation tous les processus « fils » donnés par le tableau XIII.

Une troisième information est issue des deux précédentes. Un processus de danger qui présente à la fois un niveau de dépendance élevé et un nombre de liens élevé sera qualifié de **processus « nœud »**. Il est appelé ainsi parce qu'il est au cœur d'un réseau où il est à la fois le « père » de certains processus et le fils d'autres processus. Les 4 processus évoqués ci-dessus ont soit un niveau d'influence élevé, soit un niveau de dépendance élevé, mais pas les deux. En revanche, l'étude du tableau XIII montre que **le processus de danger n°3 (« perte de confinement d'un agent biologique ») est le fils de 4 processus de danger et le père de 4 autres processus. Il peut être considéré comme processus « nœud » au sein du système représenté sur la Figure 10.**

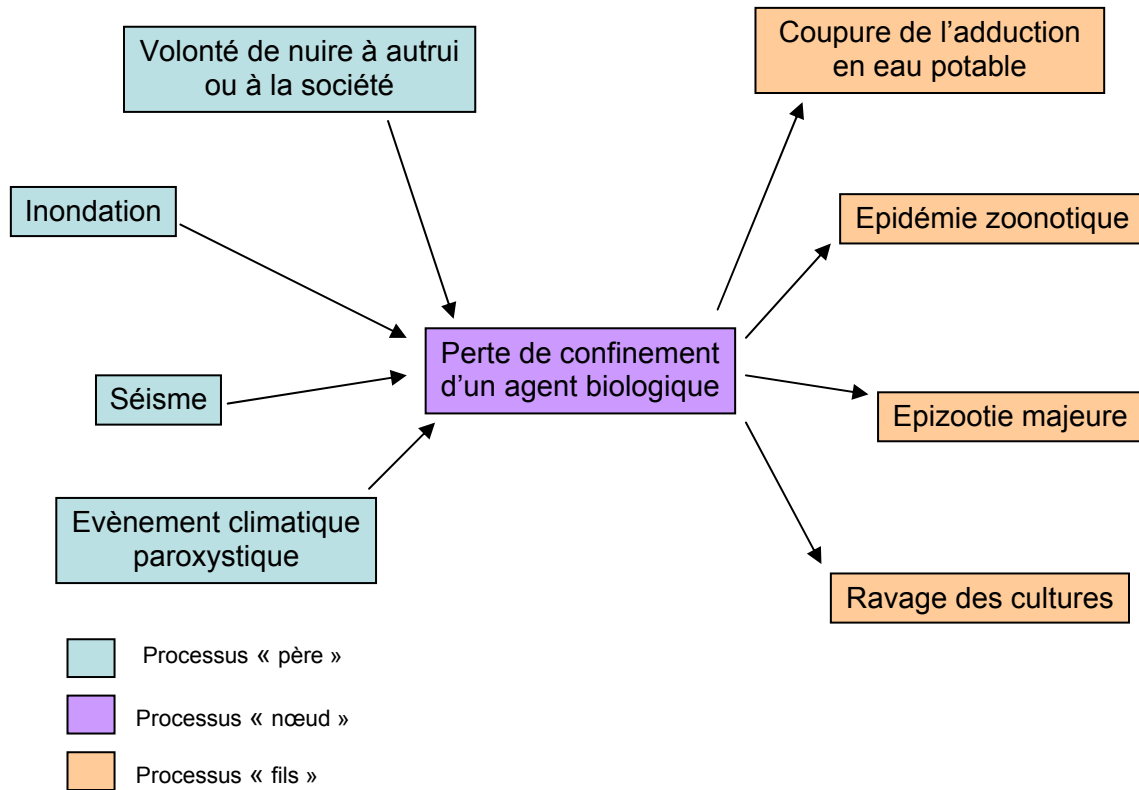


Figure 10 : exemple de processus « nœud »

La figure 10 montre qu'une tempête peut, en provoquant par exemple la destruction d'un laboratoire, permettre la dissémination dans l'environnement d'un agent biologique pathogène responsable d'une épizootie majeure.

3.2.3. Etude des liens indirects entre les événements redoutés :

L'exemple précédent nous montre qu'une épizootie majeure peut être indirectement générée par une tempête (Figure 10). Autrement dit, une tempête peut engendrer une épizootie majeure après deux itérations (liens indirects de second ordre). Il est donc important de s'intéresser aux liens indirects entre les processus de danger pour connaître l'influence d'un processus « père » sur ses descendants des générations successives. Les matrices des liens indirects sont obtenues à partir du calcul matriciel, en élevant à des puissances successives (de rang $n = 2, 3,$

4, 5...) la matrice des incidences A établie précédemment. Pour ce faire, le logiciel SCILAB®⁽¹⁾ permet d'obtenir aisément les matrices par l'opération suivante⁽²⁾ : $\mathbf{A}_n = \mathbf{A}^n$

Ainsi, la matrice des liens indirects de second ordre ($n = 2$) est obtenue en multipliant A par A. La matrice des liens indirects de troisième ordre, en procédant au calcul de A^3 , celle de quatrième ordre en procédant au calcul de A^4 et ainsi de suite. Il est inutile d'élever la matrice à une puissance supérieure lorsque la matrice des liens indirects immédiatement obtenue est en tout point identique à une des matrices précédentes, puisque cela signifie qu'il n'existe plus de liens indirects nouveaux à établir. Dans notre cas, l'utilisation de SCILAB® a montré que la matrice de huitième ordre était identique à la matrice de sixième ordre. Par conséquent, les matrices de rang 1 à 7 suffisent à comprendre notre système. Les matrices des liens indirects sont disponibles en annexe 6. La matrice d'ordre 7 montre une influence majeure des processus n°10 (« inondation ») et 20 (« volonté de nuire à autrui ou à la société ») avec un nombre de liens indirects identique, égal à 16. Les processus n°9 (« rupture de barrage ou de digue ») et n°13 (« événement climatique paroxystique ») sont également très influents au septième ordre (nombres de liens égaux à 15).

3.2.4. Exploitation sur un exemple précis :

L'exploitation des matrices obtenues permet de mettre en évidence l'ensemble des processus de danger qui peuvent conduire à un événement redouté précis. L'estimation des événements redoutés a mis en évidence l'existence de 3 événements redoutés à risque majeur : « épidémie zoonotique », « perte de confinement d'un agent biologique », et « épizootie majeure ». Parmi ces 3 événements, nous avons choisi d'étudier plus spécifiquement l'événement n°4 « épizootie majeure » car il est au cœur de notre métier de vétérinaire.

L'examen du tableau XIII et de l'annexe 6 révèle que :

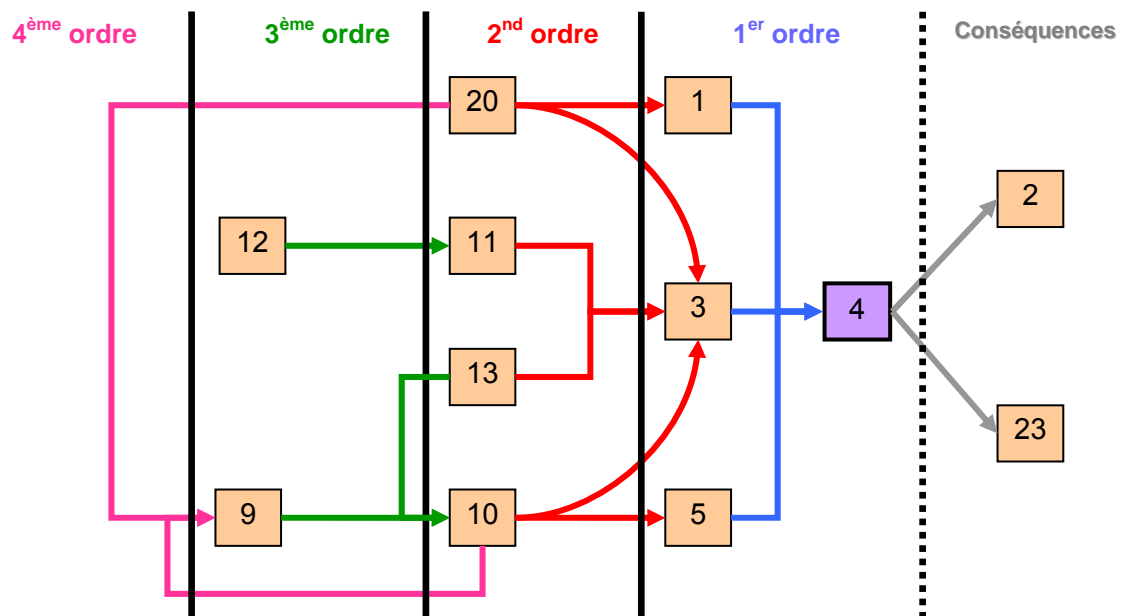
- le processus de danger n°4 est directement engendré par les processus n°1, 3 et 5 (matrice des incidences) ;
- la matrice des liens indirects de second ordre indique que le processus « épizootie majeure » est engendré par les processus n°10, 11, 13 et 20, le lien avec le n°10 ou avec le n°20 se faisant par deux chemins différents ;
- au 3^{ème} ordre, le processus n°4 est le « fils » des processus n°9 (par deux chemins différents) et n°12 ;

⁽¹⁾ Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), SCILAB, version 4.1.2, 1989-2007. Logiciel disponible sur : www.inria.fr/actualités/scilab.fr.html

⁽²⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

- au 4^{ème} ordre, il est le « fils » des processus n°10 et n°20, à chaque fois par deux chemins différents ;
- au 5^{ème} ordre, le processus n°9 engendre indirectement une « épizootie majeure » par deux voies différentes ;
- la matrice des liens indirects d'ordre 6 indique que le processus de danger n°4 est engendré par les processus n°10 et 20, selon deux voies différentes dans chaque cas ;
- la dernière matrice (ordre 7) montre un lien indirect entre le n°4 et le n°9 par deux chemins différents.

Ces informations, complétées des données relatives aux liens directs, nous permettent de représenter l'enchaînement des événements conduisant à une épizootie majeure sous forme d'arborescence (Figure 11).



- 1 : introduction d'un agent biologique
 2 : épidémie zoonotique
 3 : perte de confinement d'un agent biologique
 4 : épizootie majeure
 5 : émergence d'un vecteur actif
 9 : rupture de barrage / digue
 10 : inondation
 11 : séisme
 12 : éruption volcanique
 13 : évènement climatique paroxystique (tempête, orage, neige)
 20 : volonté de nuire à autrui ou à la société
 23 : insuffisance ou inadéquation des moyens

Figure 11 : enchaînement des événements pouvant conduire à une épizootie majeure.

Dans cet exemple, les matrices d'ordre 5 à 7 ne nous apportent pas de renseignements supplémentaires puisque tous les processus de danger pouvant conduire à une « épizootie majeure » ont déjà été identifiés dans les matrices d'ordre inférieur. Leur apparition dans les matrices 5 à 7 s'explique par l'existence d'une boucle entre les processus 9 et 10 qui augmente le nombre de liens indirects.

Par ailleurs, la figure 11 fait également apparaître les processus de danger potentiellement engendrés par une « épizootie majeure ». Il s'agit des processus n°2 (« épidémie zoonotique ») et n°23 (« insuffisance ou inadéquation des moyens »).

Un exemple de scénario d'accident peut être extrait de cette arborescence : suite à un acte terroriste (20), la rupture d'un barrage (9) a provoqué une inondation (10). Celle-ci a permis de créer localement les conditions favorables à la multiplication d'un insecte (5), responsable de la transmission d'un agent pathogène à l'ensemble des bovins de la région (4), épizootie non maîtrisable avec les moyens dont disposent les services vétérinaires (23).

Cette application du calcul matriciel a été reconduite pour les autres événements redoutés à risque majeur : « épidémie zoonotique » et « perte de confinement d'un agent biologique ». Les arborescences sont fournies respectivement en annexes 7 et 8.

En résumé, l'étude des liens par le calcul matriciel permet d'obtenir facilement le scénario d'accident et l'enchaînement des processus de danger. De plus, la méthode permet de :

- ***mesurer la descendance d'un événement donc l'ampleur potentielle d'une catastrophe,***
- ***de connaître les processus les plus « influents » du système, qu'il faut maîtriser en priorité car étant placés en amont d'autres événements potentiels,***
- ***de déterminer les processus « nœuds », véritables jonctions de chemins amont et aval, et d'agir sur ces derniers.***

3.3. COMPLEMENTARITE ENTRE ESTIMATION ET EVALUATION DES EVENEMENTS REDOUTES :

Nous estimons qu'il existe un réel intérêt à réaliser les études de risque et de criticité d'une part et à évaluer les événements redoutés par le calcul matriciel d'autre part. En effet, les

résultats de ces outils sont complémentaires. Par l'obtention des enchaînements des processus de danger, les résultats du calcul matriciel peuvent permettre d'affiner les valeurs du niveau de risque attribuées à un événement redouté donné. Par exemple, les données disponibles sur la probabilité de survenue d'une catastrophe naturelle (inondation) auraient permis d'aider le groupe d'analystes à mieux chiffrer les composantes du risque d'un processus de danger « fils » (émergence d'un vecteur actif). Inversement, nous avons mis en évidence qu'un événement redouté de risque majeur guidera prioritairement l'analyste vers une recherche détaillée des processus de danger « père » et « fils » qui sont liés à cet événement. Dans notre étude, c'est l'évènement « épizootie majeure » qui a par exemple retenu notre attention.

CONCLUSION

S'inscrivant dans une volonté commune de coopération interministérielle accrue, la construction du plan ORSEC de zone Sud-Est a été l'occasion de conduire une appréciation des risques de santé publique vétérinaire sur un système hypercomplexe : une zone de défense.

Fondée sur des travaux récents d'élaboration d'une méthodologie d'analyse globale des risques appliquée à une entreprise ou une commune, la méthode retenue dans cette étude a permis d'identifier les sources de danger présentes dans le système et d'élaborer 23 scénarii d'accident. Les événements redoutés associés à ces processus de danger se répartissent en 2 catégories : 6 sont des événements vétérinaires de première intention, 17 sont des événements non sanitaires pouvant potentiellement engendrer des dommages de santé publique vétérinaire. Ces derniers relèvent du domaine des risques naturels, technologiques, économiques ou sociétaux.

Les 6 événements redoutés d'ordre sanitaire ont fait l'objet d'une estimation de leurs niveaux de risque et de criticité. L'événement « épidémie zoonotique » présente à la fois le niveau de risque et le niveau de criticité le plus important. A même niveau de risque, cet événement, qui traduit le passage d'un agent pathogène de l'animal à l'homme et la coexistence d'une épidémie humaine et d'une épidémie animale, est plus critique qu'une épizootie majeure. Ce qui peut, entre autres choses, s'expliquer par l'insuffisance d'interconnexions entre les réseaux de santé publique humaine et de santé publique vétérinaire. Bien que fournissant des informations très utiles, l'étude de criticité reste néanmoins trop subjective et mériterait d'être approfondie.

A l'aide du calcul matriciel, une évaluation du risque a ensuite été menée sur l'ensemble des événements redoutés afin de mettre en évidence des liens directs ou indirects entre des événements de nature parfois très différente. Des enchaînements de scénarii d'accident ont ainsi été obtenus. Comme le souligne Dassens⁽¹⁾, le décideur peut choisir, en fonction de considérations stratégiques ou tactiques, d'agir au niveau « des causes profondes pouvant conduire à un événement redouté (processus de danger les plus influents), soit d'agir au niveau des « endroits clés du système » (processus de danger « nœuds »). » Dans le

⁽¹⁾ Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

premier cas, les résultats obtenus indiquent qu'il convient en premier lieu de lutter contre le terrorisme ou la malveillance, qui peut engendrer de nombreux événements redoutés. Dans le second cas, il s'agit d'éviter la perte de confinement d'agents biologiques pathogènes, par l'amélioration des dispositions de maîtrise et de détection.

Une analyse de risques de ce type nécessite un travail de groupe. Le temps important passé à ces analyses *a priori* des risques, qui sont très chronophages, a été en partie réduit par une réelle adhésion des membres de l'équipe à la méthode employée. Ce travail demande également une réelle exhaustivité dans l'identification des événements redoutés. De plus, nous avons conscience de la nécessité de faire évoluer les grilles de sources de danger comme la liste des événements redoutés, en particulier au travers des futurs retours d'expérience. Enfin, cette étude mériterait d'être approfondie dans l'appréciation de l'évolution du système dans le temps. Même si la dynamique du système est abordée dans l'évaluation des liens entre les événements (l'enchaînement des événements introduisant une notion de temps), cela reste insuffisant. Les travaux actuellement menés par Brillhac *et al.*⁽¹⁾ sur l'application des Réseaux de Pétri à un système territorial (« commune » en l'occurrence) permettront certainement de prendre en compte cette notion de dynamique d'un système dans le temps.

Cette étape d'analyse des risques de santé publique vétérinaire va, au second semestre 2008, servir de socle à l'élaboration d'une réponse opérationnelle graduée et adaptée aux besoins et aux situations. L'objectif est d'aboutir à la rédaction d'un outil opérationnel : un ordre zonal d'opérations (OZO) « vétérinaires ». Tout comme l'analyse des risques, la rédaction d'un OZO de ce type est applicable aux autres zones de défense et devrait ouvrir des perspectives dans la gestion des crises de santé publique vétérinaire en s'appuyant sur une coopération réelle et efficace des différents acteurs impliqués dans ce type d'événements.

⁽¹⁾ Brillhac, J-F, Thibaut, O, *Analyse des risques sur un territoire : ébauche d'une nouvelle méthode globale, Techniques de l'Ingénieur*, AG1586 (à paraître - accepté pour publication le 29 aout 2008).

GLOSSAIRE

Trois expressions scientifiques composent ce glossaire. Elles apparaissent dans le texte en page 36 où elles sont soulignées et repérées par un astérisque*. Ces expressions sont expliquées de la façon suivante :

Epidémie zoonotique :

Se dit d'une épidémie présentant les caractères d'une zoonose. En 1959, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) définit les zoonoses comme « des maladies et infections qui se transmettent naturellement des animaux vertébrés à l'Homme et vice-versa »⁽¹⁾. Une épidémie à influenza aviaire hautement pathogène de type H5N1 est un exemple d'épidémie zoonotique.

Epizootie majeure :

L'expression « épizootie majeure » désigne avant tout « les maladies à déclaration obligatoire :

- Les plus contagieuses ;
- Ayant un impact économique important ;
- Et/ou transmissibles à l'Homme par les animaux ou leurs produits »⁽²⁾

La fièvre aphteuse est une épizootie majeure.

Vecteur actif :

Se dit « d'un arthropode hématophage qui assure la transmission biologique (ou mécanique) active d'un agent infectieux d'un vertébré à un autre vertébré »⁽³⁾. Par son comportement, sa biologie, le vecteur établit de façon active le contact entre l'agent biologique pathogène qu'il a prélevé chez un hôte infecté et l'hôte réceptif. A l'opposé, le terme « véhicule » désigne par exemple un insecte qui transmet passivement (sur son corps, ses pattes...) un agent infectieux d'un animal à un autre.

⁽¹⁾ Toma, B, *et al.*, *Les zoonoses infectieuses*, Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises, Lyon, Merial, 2004.

⁽²⁾ Ministère de l'agriculture et de la pêche, Direction générale de l'alimentation, *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*, Paris, DGAI – SEMACOM, 2005.

⁽³⁾ Rodhain, F, Perez, C, *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs*, Paris, Maloine s.a. éditeur, 1985.

BIBLIOGRAPHIE

Articles scientifiques :

Arbelot, B, Pacholek, X, Alnot, L et Coustel, G, « Les plans d'urgence contre les épizooties majeures », Bulletin épidémiologique de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (7), 2003, 3-5.

Brilhac, J-F, Thibaut, O, *Analyse des risques sur un territoire : ébauche d'une nouvelle méthode globale*, Techniques de l'Ingénieur, AG1586 (à paraître - accepté pour publication le 29 août 2008).

Fournié, G, *Santé publique. Forum à l'Institut de France. Les vétérinaires ont aussi un rôle primordial à jouer vis-à-vis des zoonoses*. La Semaine Vétérinaire, n°1275, 23 juin 2007.

Guillet, J-P, *Fièvre aphteuse. Nouvel incident sur le site de Pirbright. Alerte sur une fuite de virus aphteux « en circuit fermé »*, La Semaine Vétérinaire, n°1293, 7 décembre 2007.

Cours universitaires :

Launay, R, *MOSAR – Méthode organisée systémique d'analyse des risques*, Cours dispensé aux étudiants du Master II professionnel « Gestion des risques de sécurité civile », Université de Haute-Alsace, Mulhouse, octobre 2006.

Launay, R, *La théorie des systèmes ou l'approche systémique*, Cours dispensé aux étudiants du Master II professionnel « Gestion des risques de sécurité civile », Université de Haute-Alsace, Mulhouse, octobre 2006.

Documents internes ministériels :

Direction générale de l'alimentation. *Note de service DGAL/SDSPA/N2006-8117 du 15 mai 2006, Plan d'urgence contre les épizooties majeures : missions des services de l'Etat*, Paris, 2007.

Direction générale de l'alimentation. *Note de service DGAL/N2007-8114 du 10 mai 2007, Protocole de coopération relatif à la mise en œuvre des actions de santé publique vétérinaire et des contrôles officiels au sein du ministère de la défense*, Paris, 2007.

Donie, Ph, Kimmel, D, Launay, R, *Méthode organisée systémique d'analyse des risques, application de la méthode MOSAR à l'analyse de sécurité d'installation au Commissariat à l'Energie Atomique*, document interne, Commissariat à l'énergie atomique, septembre 2002.

Préfecture de la zone de défense Sud-Est, *Plan ORSEC de zone (Organisation de la Réponse de Sécurité Civile)*, Lyon, 2008.

Normes :

International organization for standardization, *Norme FD ISO/CEI Guide 51 : Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*, AFNOR, Saint-Denis-La-Plaine, 1999.

International organization for standardization, *Norme FD ISO/CEI Guide 73 : Management du risque – Vocabulaire – Principes directeurs pour l'utilisation dans les normes*, AFNOR, Saint-Denis-La-Plaine, 2002.

Ouvrages :

De Rosnay, J, *Le microscope – Vers une vision globale*, Paris, Editions du Seuil, 1975.

Direction de la défense et de la sécurité civiles, *Guide ORSEC départemental, méthode générale, tome G-1*, Paris, NAVIS, 2006.

Fortin, R, *Comprendre la complexité – Introduction à la méthode d'Edgard Morin*, Paris, Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy / L'Harmattan, 2005.

Ministère de l'agriculture et de la pêche, Direction générale de l'alimentation, *Guide pratique de diagnostic et de gestion des épizooties*, Paris, DGAI – SEMACOM, 2005.

Rodhain, F, Perez, C, *Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, notions d'épidémiologie des maladies à vecteurs*, Paris, Maloine s.a. éditeur, 1985.

Toma, B, *et al.*, *Les zoonoses infectieuses*, Polycopié des Unités de maladies contagieuses des Ecoles vétérinaires françaises, Lyon, Mériat, 2004.

Von Bertalanffy, L, *Théorie générale des systèmes*, Paris, Dunod, 2^e édition, 2002.

Textes législatifs et réglementaires :

Anonyme, *Ordonnance n°59-147 du 7 janvier 1959 portant organisation générale de la défense*, Journal officiel de la République française, 1959.

Anonyme, *Décret n°88-622 du 6 mai 1988 relatif aux plans d'urgence, pris en application de la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs*, Paris, Journal officiel de la République française, 1988.

Anonyme, *Décret n°2000-555 du 21 juin 2000 relatif à l'organisation territoriale de la défense*, Journal officiel de la République française, 2000.

Anonyme, *Décret n°2002-84 du 16 janvier 2002 relatif aux pouvoirs des préfets de zone*, Journal officiel de la République française, 2002, codifié (article R*.1311-2 et suivants du code de la défense).

Anonyme, *Loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile*, Paris, Journal officiel de la République française, 2004.

Anonyme, *Décret n°2005-1157 du 13 septembre 2005 relatif au plan ORSEC et pris en application de la loi n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile*, Paris, Journal officiel de la République française, 2005.

Anonyme, *Défense et la sécurité nationale, le Livre blanc*, Paris, Odile Jacob, La Documentation française, 2008.

Thèses et mémoires universitaires :

Dassens, A, *Méthode pour une approche globale de risques en entreprise*, Thèse de doctorat de l'Université de Haute-Alsace, Discipline Génie des Procédés, Mulhouse, 2007.

Demoncheaux, JP, Grard, V, Cabre, O et Koehle, O, *Coopération des vétérinaires des différents services de l'Etat dans la gestion des crises sanitaires. Place des vétérinaires sapeurs-pompiers et des vétérinaires des armées*. Mémoire de diplôme inter-écoles de médecine vétérinaire de catastrophe et d'environnement. Lyon, Ecole nationale vétérinaire de Lyon, 2007.

Sources Internet :

Académie vétérinaire de France, définition de la *Santé publique vétérinaire*, disponible sur : www.vet-lyon.fr/ensv/SantePub/Veto.htm

Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA), *SCILAB, version 4.1.2*, 1989-2007. Logiciel disponible sur : www.inria.fr/actualités/scilab.fr.html

Ministère de l'intérieur, de l'outre-mer et des collectivités territoriales. Information sur la zone de défense disponible sur www.interieur.gouv.fr

Préfecture du Rhône. Carte géographique disponible sur www.rhone.pref.gouv.fr/web/397-letat-major-de-zone.php

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : modèle de processus de danger simplifié.....	p22
Figure 2 : approche géographique de la ZDSE.....	p29
Figure 3 : découpage du système Zone de défense Sud-Est.....	p30
Figure 4 : exemple de scénario d'accident représenté sur le modèle du processus de danger simplifié.....	p36
Figure 5 : barrières au développement d'un scénario d'accident.....	p46
Figure 6 : exemples de barrières au développement d'un scénario d'accident dans le cas de la perte de confinement d'un agent biologique.....	p46
Figure 7 : « principe » des barrières.....	p47
Figure 8 : représentation graphique du produit M x D en fonction de R.....	p50
Figure 9 : enchaînement entre deux processus de danger.....	p54
Figure 10 : exemple de processus « nœud ».....	p59
Figure 11 : enchaînement des événements pouvant conduire à une épizootie majeure.....	p61

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : conséquences globales des risques de santé publique vétérinaire..	p11
Tableau II : exemples d'antécédents de crises de santé publique vétérinaire....	p13
Tableau III : calendrier et objet des réunions du groupe de travail « santé publique vétérinaire ».....	p16
Tableau IV : questions à se poser pour caractériser un système.....	p26
Tableau V : événements redoutés non sanitaires pouvant avoir des conséquences vétérinaires.....	p37
Tableau VI : échelle des niveaux de fréquence.....	p42
Tableau VII : échelle des niveaux de gravité.....	p43
Tableau VIII : estimation du risque pour chaque événement redouté.....	p44
Tableau IX : échelle de couleur pour qualifier le niveau de risque.....	p45
Tableau X : valeurs de M, D et C obtenues pour les 6 évènements redoutés.....	p48
Tableau XI : qualification des niveaux de criticité.....	p50
Tableau XII : résumé des qualifications des niveaux de risque et de criticité pour chaque évènement redouté.....	p52
Tableau XIII : matrice A des incidences.....	p56

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : architecture du plan ORSEC en Zone de défense Sud-Est.....p73

Annexe 2 : composition du groupe de travail « santé publique vétérinaire ».....p74

Annexe 3 : étapes du management du risque.....p75

Annexe 4 : grille des sources de danger.....p76

Annexe 5 : tableau des processus de danger.....p78

Annexe 6 : matrices des liens indirects (ordre 2 à 8).....p84

Annexe 7 : enchaînement des événements pouvant conduire à une épidémie zoonotique.....p91

Annexe 8 : enchaînement des événements pouvant conduire à la perte de confinement d'un agent biologique.....p92

Annexe 1 : architecture du plan ORSEC en Zone de défense Sud-Est.

Livre I : Dispositions préliminaires

- Objet du plan Orsec de zone
- Textes de référence
- Monographie de la zone de défense

Livre II Analyse des risques et des effets potentiels des menaces

- Les risques naturels
- Les risques technologiques
- Les risques sociétaux
- Les risques sanitaires

Livre III : Dispositif opérationnel : dispositions générales

- Plan de continuité de l'EMZ
- Organisation du centre opérationnel de zone
- Déplacement de population
- Fiches acteurs
- Annuaire de crise

Livre IV : Dispositif opérationnel : dispositions spécifiques

- Ordre zonal d'opérations feux de forêts
- Plan Pirat-RBC (CONFIDENTIEL DEFENSE)
- Ordre zonal d'opération RBC
- Ordre zonal sauvetage-déblaiement

Livre V : Amont et aval de la gestion de crise

- Modalités d'entraînement et de préparation
- Gestion des retours d'expérience
- Retour à la vie normale

Livre VI : Dispositions annexes

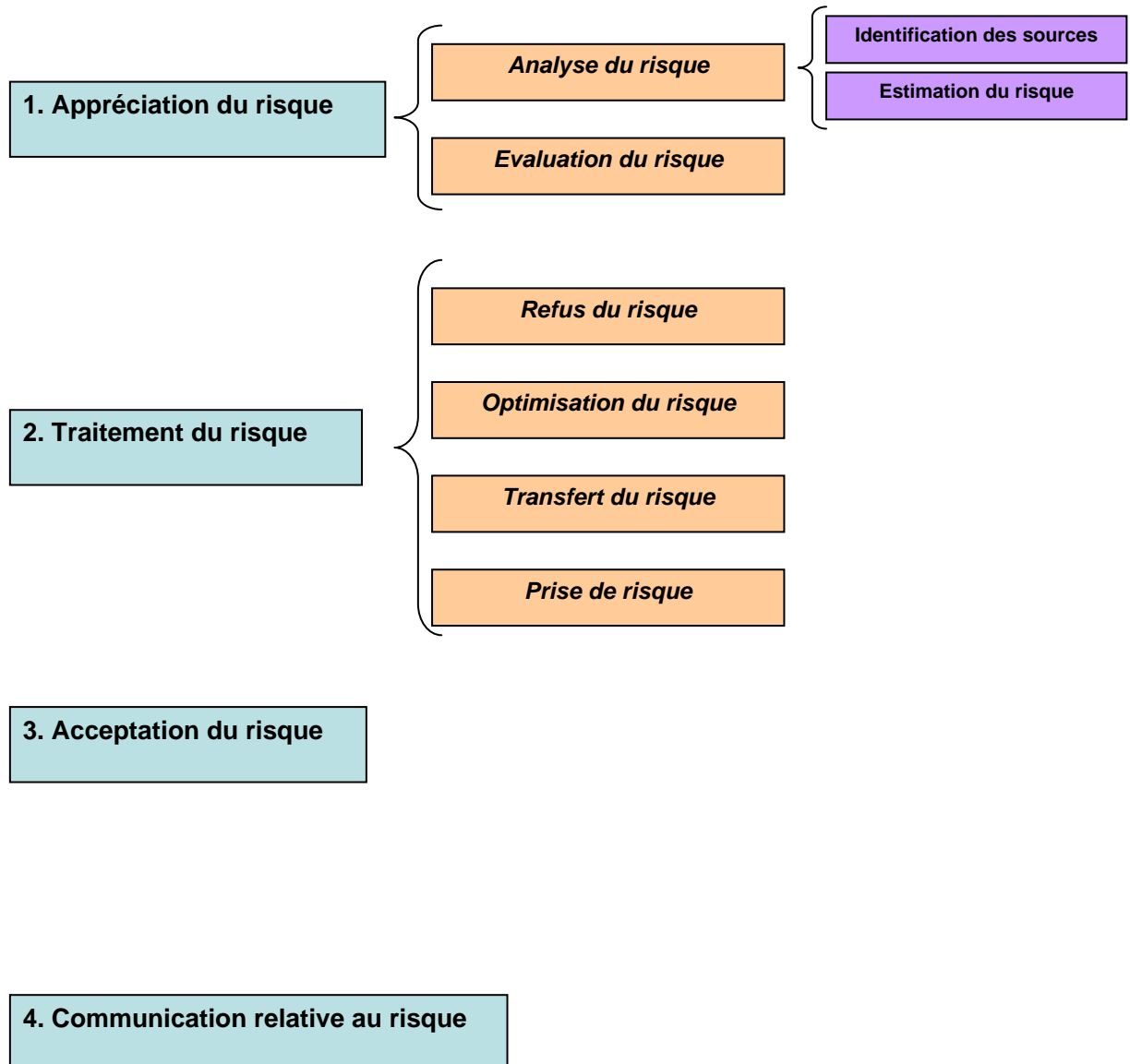
- Dispositifs de prévention et de prévision des crises
 - Vigilance météo
 - Prévision des crues
 - Plan Vigipirate
- Conventions d'assistance
- Autres plans hors dispositif Orsec
- Glossaire
- Liste de diffusion

Annexe 2 : composition du groupe de travail « santé publique vétérinaire ».

Nom	Fonction / service
Reymann F.	Adjoint au chef d'Etat-major de zone Sud-Est Chargé de mission « sécurité sanitaire »
Martinot S.	Directeur de l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon
Lapôte O.	Directeur des services vétérinaires en région Rhône-Alpes
Ravaux X.	Directeur des services vétérinaires en région Auvergne
Riffard O.	Vétérinaire commandant Service départemental d'incendie et de secours du Rhône
Ouabdesselam M.	Vétérinaire lieutenant-colonel Service départemental d'incendie et de secours de l'Isère
Plouzeau E.	Directeur du Parc zoologique de la Tête d'Or
Gault G.	Responsable du service d'hygiène urbaine et alimentaire Direction de l'écologie urbaine de Lyon
Demoncheaux J-P.	Vétérinaire principal, Chef du Secteur vétérinaire de Lyon Direction régionale du Service de santé des armées de Lyon
Simon J-L.	Directeur de la fédération Rhône-Alpes des groupements de défense sanitaire
Laherrère F.	Coordinatrice santé et protection des animaux Service des affaires régionales vétérinaires Rhône-Alpes
Faugère O.	Directeur de l'Ecole nationale des services vétérinaires
Bonnet S.	Chef du service des affaires régionales vétérinaires d'Auvergne
Costantzer P.	Secrétaire général de l'Ecole nationale vétérinaire de Lyon

Annexe 3 : étapes du management du risque.

(Source : norme ISO/CEI guide 73, 2002)



Annexe 4 : grille des sources de danger.

	SS1	SS2	SS3
Famille de sources de danger	<i>Eléments identifiés</i>	<i>Eléments identifiés</i>	<i>Eléments identifiés</i>
Eléments sources de danger d'origine chimique			
Eléments sources de toxicité		médicaments, effluents agricoles, pesticides, adventices toxiques	FDF, toxines algales
Eléments sources de pollution		effluents agricoles, pesticides	métaux lourds (sols)
Eléments sources de danger d'origine biologique			
Eléments source de maladie animale non zoonotique	vecteur passif (véhicule, vêtement, matériels,...)	animal malade, porteur sain, animal vecteur passif	réservoir sauvage, niche écologique
Eléments source de zoonose	malade, porteur sain, vecteur passif (véhicule, vêtement, matériels,...)	animal malade, porteur sain, animal vecteur passif	réservoir sauvage, niche écologique
Eléments source de maladie végétale	vecteur passif (véhicule, vêtement, matériels,...)	végétal contaminé, vecteur actif, vecteur passif	réservoir sauvage, niche écologique
Eléments sources de danger liés à l'environnement naturel			
Eléments source de danger liés aux événements naturels			risques naturels (faille sismique, cours d'eau, volcan)
Eléments source de danger d'origine météorologique			risques climatiques extrêmes (précipitations, vents, température, foudre)
Eléments sources de danger d'origine économique			
Eléments sources pénurie alimentaire	mouvements sociaux, malveillance, terrorisme, pandémie		risques naturels et climatiques
Eléments source de pénurie énergétique	mouvements sociaux, malveillance, terrorisme, pandémie		risques technologiques, climatiques (grand froid)
Eléments source de pénurie d'eau	mouvements sociaux, malveillance, terrorisme, pandémie		risques naturels et climatiques
Eléments sources de danger d'origine socioculturelle et humaine			
Eléments sources de dangers liés à la société	démographie, mode de vie/culture, opinion publique, média, vieillissement, groupes de pression (syndicats, associations)		
Eléments sources de dangers liés à la population	mouvements saisonniers, forte densité de population, panique		
Eléments sources de danger liés au comportement humain	maladresse, absence procédure, malveillance, groupe terroriste, mouvements saisonniers	maladresse, absence procédure, malveillance, groupe terroriste	
Eléments liés à organisation, préparation, moyens de gestion de crise	sous-effectif personnels, matériels sous-numéraire ou inadaptés		
Eléments sources de danger liés aux rayonnements			
Eléments sources liés aux rayonnements ionisants			

	SS4	SS5	SS6
Famille de sources de danger	<i>Eléments identifiés</i>	<i>Eléments identifiés</i>	<i>Eléments identifiés</i>
Eléments sources de danger d'origine chimique			
Eléments sources de toxicité	rejets aériens, effluents et déchets	entretien des réseaux (salage, désherbage, désinfection AEP)	rejets aériens, effluents et déchets
Eléments sources de pollution	rejets aériens, effluents et déchets	TMD, entretien des réseaux (salage, desherb, désinfect.), métaux lourds, PCB	rejets aériens, effluents et déchets, TMD
Eléments sources de danger d'origine biologique			
Eléments source de maladie animale non zoonotique	souches, animaux expérimentation, cadavre, DAOA	transport d'animaux, DAOA et vecteurs actifs, mouvements d'animaux	transport d'animaux, DAOA et vecteurs actifs, mouvements d'animaux
Eléments source de zoonose	souches, animaux expérimentation, cadavre, DAOA	transport d'animaux, DAOA et vecteurs actifs, mouvements d'animaux	transport d'animaux, DAOA et vecteurs actifs, mouvements d'animaux
Eléments source de maladie végétale	souches veg, DAOV	transport de végétaux et DAOV, vecteurs actifs	transport de végétaux et DAOV, vecteurs actifs
Eléments sources de danger liés à l'environnement naturel			
Eléments source de danger liés aux événements naturels		inondation (cours d'eau), sécheresse (cours d'eau)	risques naturels (faille sismique, cours d'eau, volcan)
Eléments source de danger d'origine météorologique			risques climatiques extrêmes (précipitations, vents, température, foudre)
Eléments sources de danger d'origine économique			
Eléments sources pénurie alimentaire	atteinte au circuit de distribution DA	pbs de transport	ressources et denrées extérieures à ZDSE, pbs d'importation de matières premières ou d'agents B
Eléments source de pénurie énergétique	risque technologique, réseau électrique, explosion		interconnexion réseaux énergétiques
Eléments source de pénurie d'eau	atteinte au circuit production et distribution eau		atteinte au circuit production et distribution eau
Eléments sources de danger d'origine socioculturelle et humaine			
Eléments sources de dangers liés à la société	groupes de pression (syndicats, associations),	groupes de pression	démographie, mode de vie/culture, opinion publique, média, vieillissement, groupes de pression
Eléments sources de dangers liés à la population			mouvements saisonniers, densité de population, panique
Eléments sources de danger liés au comportement humain	maladresse, absence procédure, malveillance, groupe terroriste	maladresse, absence procédure, malveillance, groupe terroriste	maladresse, malveillance, groupe terroriste, mouvements saisonniers
Eléments liés à organisation, préparation, moyens de gestion de crise			
Eléments sources de danger liés aux rayonnements			
Eléments sources liés aux rayonnements ionisants	centrale nucléaire, sources radioactives	TMD	centrale nucléaire, TMD, sources radioactives

Annexe 5 : tableau des processus de danger.

N° processus	Causes	Source de danger	Evénement redouté	Cibles	Conséquences potentielles
1	<ul style="list-style-type: none"> - Mouvements de population ou d'animaux (maîtrisés ou non) - Introduction animal, végétal ou produit (commerciale ou non) - Introduction/présence vecteur actif - Bioterrorisme et malveillance 	Animal (malade / porteur, cadavre) Végétal contaminé Homme (malade / porteur / malveillant) Vecteur actif Vecteur passif DAOA DAOV	Introduction agent B	SS1 SS2 SS3 SS4 SS5 SS6	Contamination homme, animal, végétal, environnement, produit, réseau AEP Mobilisation organisationnelle, impact médiatique Restriction circulation Contraintes aux échanges Mobilisation organisationnelle
2	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction (frauduleuse) animal malade ou porteur - Contamination homme par faune domestique - Contamination homme par faune sauvage 	Animal malade Animal porteur	Epidémie zoonotique	SS1 SS2 SS3 SS4 SS5 SS6	Morbidité et mortalité humaines Impact médiatique, dépassement de capacités de réponse, Désorganisation sociale Mesures de maîtrise des animaux Mesures de maîtrise des animaux Impact économique (IAA, tourisme) Restrictions de mouvements Contraintes aux échanges
3	<ul style="list-style-type: none"> - Bioterrorisme / malveillance - Non respect procédure, maladresse, accident - Installation défectueuse 	Stockage et utilisation d'agent B	Perte de confinement d'un agent biologique	SS1 SS2 SS3 SS5 SS6	Contamination homme, animal, végétal, environnement, produit, réseau AEP Mobilisation organisationnelle, impact médiatique Restriction circulation Contraintes aux échanges Mobilisation organisationnelle

4	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction animal - Introduction vecteur - perte de confinement agent B 	<p>Animal (malade / porteur / cadavre) Homme (malade / porteur / malveillant) Vecteur (actif, passif), DAOA</p>	<p>Epizootie majeure</p>	<p>SS1 SS2 SS3 SS4 SS5 SS6</p>	<p>Impact médiatique, dépassement de capacités de réponse, Désorganisation sociale Morbidité et mortalité animales Mesures de maîtrise des animaux Morbidité et mortalité animales Mesures de maîtrise des animaux Impact économique (IAA, tourisme) Restrictions de mouvements Contraintes aux échanges</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction d'un vecteur actif - Modifications environnementales - Développement de capacités d'adaptation (vecteur, agent) 	<p>Vecteur actif</p>	<p>Emergence d'un vecteur actif</p>	<p>SS2 SS3</p>	<p>Contamination animale, végétale Contamination animale, végétale Présence durable du vecteur Multiplication, dissémination</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> - Perte/absence de confinement - explosion - Production de fumées - Non respect règlement/ règles de l'art/procédures - Malveillance - accident routier, fluvial, ferroviaire - mauvaises pratiques (ex : agricoles) - feux de forêts - incendie d'usine - malveillance/terrorisme 	<p>Stockage, utilisation, transport de produits chimiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Effluents agricoles - Pesticides - Métaux lourds - Dioxines - Produits d'entretien des réseaux - médicaments - toxines algales - PCB 	<p>Dispersion de produits chimiques</p>	<p>SS2 SS3 SS4 SS6</p>	<p>Contamination animal, végétal, environnement, produit : (Pollution air, eau, sol Bioaccumulation / biotransformation Intoxication faune et flore sauvages Atteinte biodiversité) Pertes économiques Pertes économiques Contraintes aux échanges</p>

7	<ul style="list-style-type: none"> - Malveillance/terrorisme - Absence procédure - Maladresse 	Centrale nucléaire	Accident nucléaire	<p>SS2 SS3 SS4 SS6</p>	<p>Mortalité massive Irradiation/Contamination animal, végétal, environnement, produit : (Pollution air, eau, sol faune et flore sauvages, atteinte biodiversité) Pertes économiques Pertes économiques Contraintes aux échanges</p>
8	<ul style="list-style-type: none"> - Perte de confinement de laboratoire - Accident TMD - Malveillance / terrorisme 	Stockage, utilisation, transport d'une source radioactive (autre que centrale nucléaire)	Dispersion de produits radiologiques	<p>SS2 SS3 SS4 SS6</p>	<p>Mortalité Irradiation/Contamination animal, végétal, environnement, produit : (Pollution air, eau, sol faune et flore sauvages, atteinte biodiversité) Pertes économiques Pertes économiques Contraintes aux échanges</p>
9	<ul style="list-style-type: none"> - Problème technique - Séisme - Mauvais entretien 	Barrage/digue	Rupture barrage/digue	<p>SS2 SS3 SS4</p>	<p>Mortalité massive animale, dégâts aux cultures Mortalité massive Destruction produits IAA</p>
10	<ul style="list-style-type: none"> - Fortes précipitations - Sols imperméabilisés - Rupture de barrage / digue - Création d'embâcle 	Cours d'eau	Inondation	<p>SS2 SS3 SS4</p>	<p>Mortalité animale, isolement et dispersion d'animaux, dégâts aux cultures, destruction des bâtiments d'élevage Modification comportementale faune sauvage (déplacement vers zones habitées) Destruction produits IAA</p>

Plan ORSEC de Zone Sud-Est : analyse des risques de santé publique vétérinaire

11	<ul style="list-style-type: none"> - Eruption volcanique - Mouvement tectonique 	Faïlle sismique	Séisme	<p>SS2 SS4</p>	<p>Mortalité, blessures animales, destruction des bâtiments d'élevage</p> <p>Destruction produits IAA</p>
12	<ul style="list-style-type: none"> - Activité volcanique - Mouvement tectonique 	Volcan	Eruption volcanique	<p>SS2 SS3 SS4</p>	<p>Mortalité massive animale, dégâts aux cultures</p> <p>Mortalité massive</p> <p>Destruction produits IAA</p>
13	<ul style="list-style-type: none"> - Réchauffement climatique - Variations importantes de température 	Climat	Evènement climatique paroxystique (tempête/pluie/neige)	<p>SS2 SS3 SS4</p>	<p>Mortalité, blessures animaux, destruction des bâtiments d'élevage dégâts aux cultures, isolement d'animaux</p> <p>Mortalité animale, dégâts flore</p> <p>Destruction produits IAA</p>
14	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance chronique de précipitations - Gestion inefficace des eaux de surface 	Climat	Sécheresse	<p>SS2 SS3</p>	<p>Pb d'approvisionnement aliments, eau, litières. Baisse de productivité, dégâts cultures</p> <p>Dommages faune et flore sauvages</p>
15	<ul style="list-style-type: none"> - Elevation durable de température atmosphérique - Réchauffement climatique 	<p>Climat</p> <p>Vieillessement de la population</p>	Canicule	<p>SS2 SS3 SS4</p>	<p>Pb d'approvisionnement aliments, eau, litières. Baisse de productivité, mortalité animale, dégâts cultures</p> <p>Dommages, mortalité faune sauvage, dégâts flore sauvage</p> <p>Destruction produits IAA, gestion cadavres en équarrissage</p>

Plan ORSEC de Zone Sud-Est : analyse des risques de santé publique vétérinaire

16	<ul style="list-style-type: none"> - Sécheresse - Foudre - Malveillance - Imprudence - Incendie primaire 	Forêt	Feux de forêts	<p>SS2 SS3 SS4</p>	<p>Mortalité animale, dégâts cultures, Dommages, destruction faune et flore sauvages Pollutions eau, sol, dépôts de déchets</p>
17	Circulation des masses d'air	Climat	Froid extrême	<p>SS2 SS3</p>	<p>Pb d'approvisionnement aliments, eau, litières. Baisse de productivité, mortalité animale, dégâts cultures Dommages, mortalité faune sauvage, dégâts flore sauvage</p>
18	<ul style="list-style-type: none"> - Atteinte centrale électrique - Atteinte réseau électrique - Malveillance/Terrorisme - Tempête - Inondation - Séisme - Eruption volcanique 	Production, transport électricité	Coupure électrique prolongée	<p>SS2 SS4</p>	<p>Baisse de productivité, mortalité animale Destruction produits IAA</p>
19	<ul style="list-style-type: none"> - Pollution d'eau - Endommagement réseau AEP - Pénurie de ressource en eau (qté) - Pb moyens de traitement - Malveillance/terrorisme 		Coupure de l'adduction en eau potable	<p>SS4</p>	<p>Difficultés de production hygiénique</p>
20	<ul style="list-style-type: none"> - Idéologie politique - Idéologie religieuse - Revendication - Intérêt économique 	<p>Individu malveillant Groupe terroriste Groupes de pression (grévistes, revendicateurs...)</p>	Volonté de nuire à autrui ou à la société	<p>SS2 SS4 SS5</p>	<p>Introduction agent RBC (élevage, culture, IAA, laboratoire) Atteinte réseau électrique Atteinte réseau AEP</p>

21	<ul style="list-style-type: none"> - Dégâts aux cultures - Problèmes économiques 	DAOV	Pénurie alimentaire animale	SS2 SS4	<p style="color: orange;">Baisse de production Augmentation des coûts Carences en produits spécifiques</p> <p style="color: cyan;">Baisse de production Augmentation des coûts Carences en produits spécifiques</p>
22	<ul style="list-style-type: none"> - Introduction végétal - Introduction vecteur - perte de confinement agent B 	végétal Vecteur (actif, passif)	Ravage des cultures	SS1 SS2 SS4 SS5 SS6	<p style="color: blue;">Dépassement de capacités de réponse,</p> <p style="color: orange;">Dégâts des cultures Mesures de maîtrise sur les végétaux</p> <p style="color: orange;">Carences alimentaires</p> <p style="color: cyan;">Impact économique (IAA, tourisme)</p> <p style="color: purple;">Restrictions de mouvements Contraintes aux échanges</p>
23	<ul style="list-style-type: none"> - Restriction budgétaire - Attractivité des postes 	Personnels Matériels Finances	Insuffisance ou inadéquation des moyens	SS1	Dépassement des capacités de réponse

Annexe 6 : matrices des liens indirects (ordre 2 à 8).

Matrice des liens indirects de second ordre (A²)

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	3	3	4	0	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	22
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	6
23	2	0	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Nb liens	4	0	4	1	4	0	0	0	8	13	6	10	14	3	0	2	0	0	0	19	0	0	0		

Matrice des liens indirects de troisième ordre (A³)

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	11
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	4	
19	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	5	4	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	19	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	10	
22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
23	1	0	1	0	1	0	0	0	0	4	2	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	15	
Nb liens	1	0	1	0	1	0	0	0	13	16	4	8	17	2	0	0	0	0	0	18	0	0	0		

Matrice des liens indirects de quatrième ordre (A⁴)

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	9
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	2	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	16
Nb liens	0	0	0	0	0	0	0	0	16	15	1	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Matrice des liens indirects de cinquième ordre (A⁵)

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	8
22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	1	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	13
Nb liens	0	0	0	0	0	0	0	0	15	16	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Matrice des liens indirects de sixième ordre (A⁶)

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12
Nb liens	0	0	0	0	0	0	0	0	16	15	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

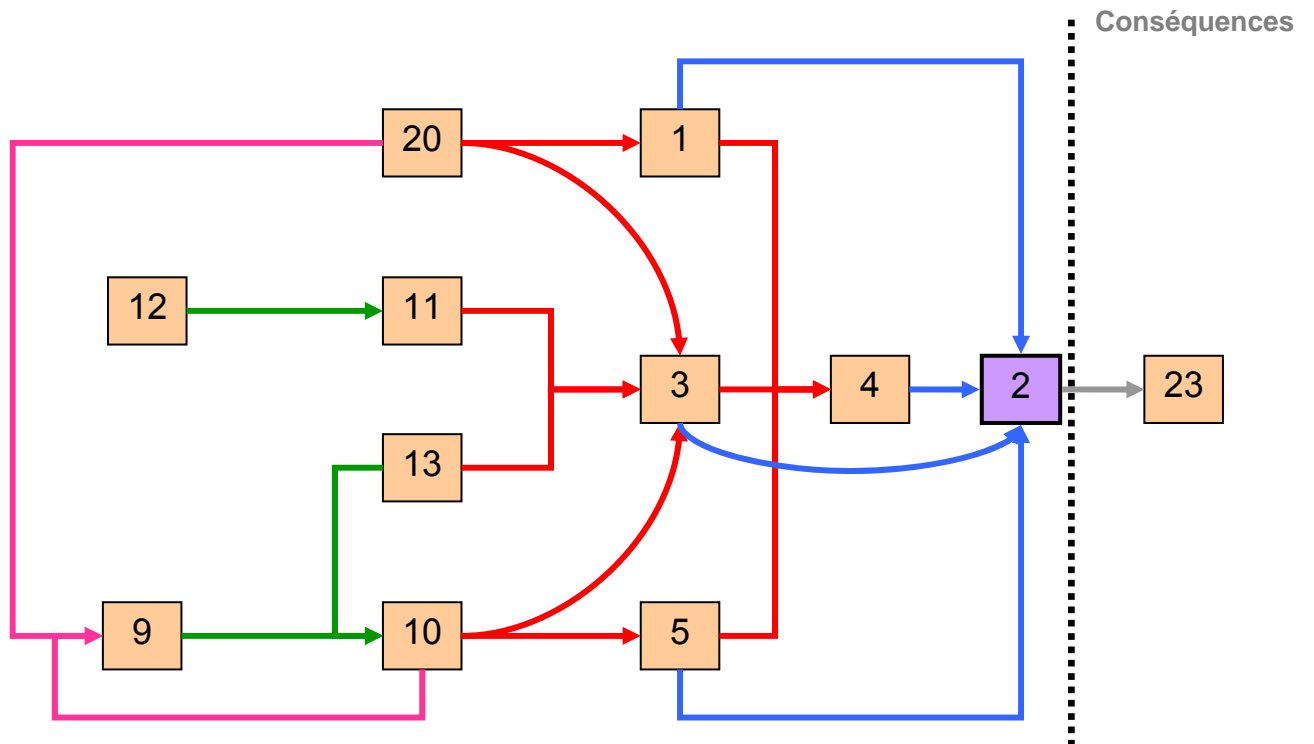
Matrice des liens indirects de septième ordre (A⁷)

N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	8
22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	12
Nb liens	0	0	0	0	0	0	0	0	15	16	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Matrice des liens indirects de huitième ordre (A⁸)

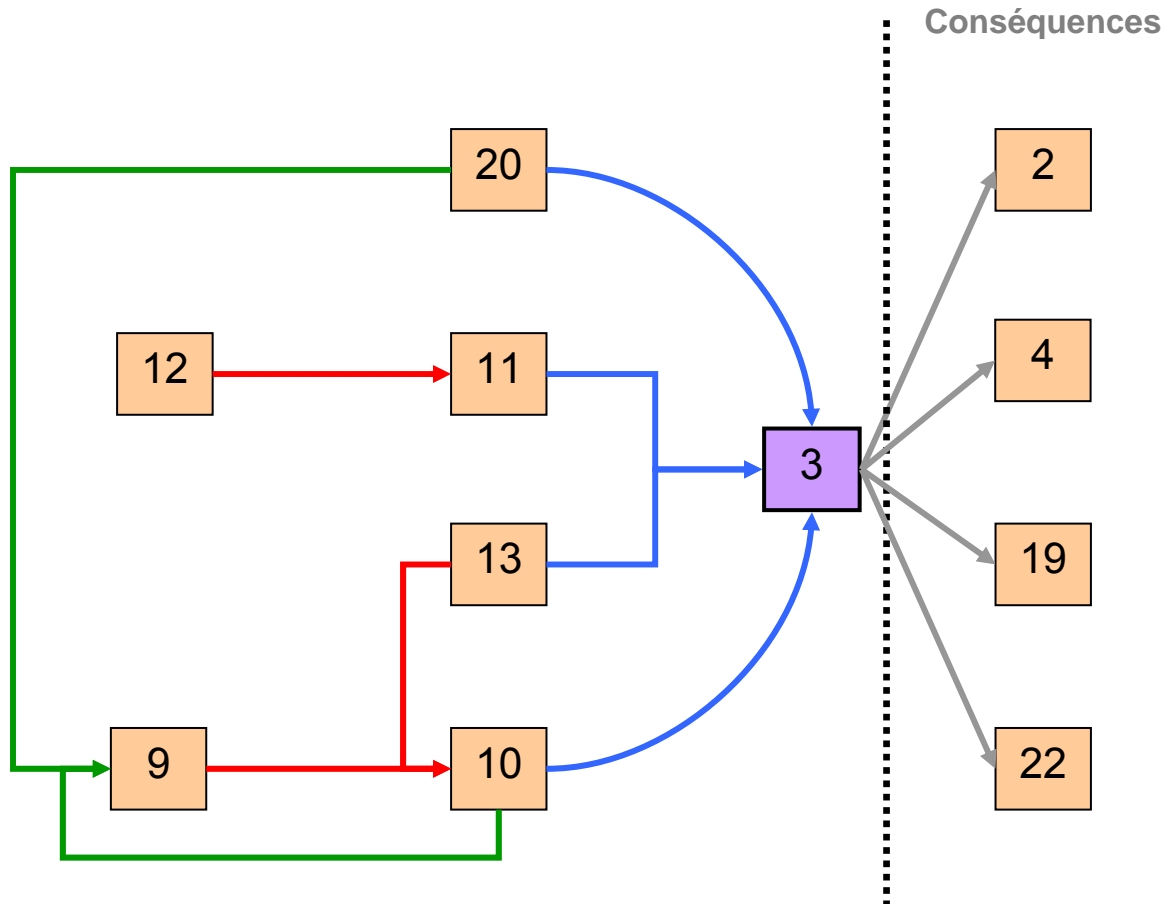
N° proc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Niv dép	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4
19	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	10
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	8
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	4
23	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	12
Nb liens	0	0	0	0	0	0	0	0	16	15	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Annexe 7 : enchaînement des événements pouvant conduire à une épidémie zoonotique.



- 1 : introduction d'un agent biologique
- 2 : épidémie zoonotique
- 3 : perte de confinement d'un agent biologique
- 4 : épizootie majeure
- 5 : émergence d'un vecteur actif
- 9 : rupture de barrage / digue
- 10 : inondation
- 11 : séisme
- 12 : éruption volcanique
- 13 : évènement climatique paroxystique (tempête, pluie, neige)
- 20 : volonté de nuire à autrui ou à la société
- 23 : insuffisance ou inadéquation des moyens

Annexe 8 : enchaînement des événements pouvant conduire à la perte de confinement d'un agent biologique.



- 2 : épidémie zoonotique
- 3 : perte de confinement d'un agent biologique
- 4 : épizootie majeure
- 9 : rupture de barrage / digue
- 10 : inondation
- 11 : séisme
- 12 : éruption volcanique
- 13 : évènement climatique paroxystique (tempête, pluie, neige)
- 19 : coupure de l'adduction en eau potable
- 20 : volonté de nuire à autrui ou à la société
- 22 : ravage des cultures