



# LE MAGAZINE

DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

## RISQUES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES

N° 111 - FÉVRIER 2017



P04. Préface de  
**LOUIS PASTEUR**

P16. EXOBIOLOGIE ET  
RISQUE PLANÉTAIRE

P70. LA RENAISSANCE DU  
PRYTANÉE DANS L'ARMEMENT



# PROTECTION NATURELLE

CRÉÉE PAR ET POUR LES MILITAIRES, UNÉO PROPOSE AUX FAMILLES : REMBOURSEMENTS DE SOINS ADAPTÉS, PRÉVOYANCE INCLUANT LES RISQUES MILITAIRES, ASSISTANCE QUOTIDIENNE EN CAS D'IMPRÉVU, SERVICES POUR AIDER À MAÎTRISER SON BUDGET, ACCOMPAGNEMENT POUR RESTER EN BONNE SANTÉ, À DES PRIX JUSTES.

*La protection mutuelle qui nous rend fiers*

SANTÉ • PRÉVENTION • ACCOMPAGNEMENT SOCIAL

Mutuelle  
Référéncée  
Ministère  
De la Défense

Unéo, la mutuelle  
des forces armées

TERRE - MER - AIR - GENDARMERIE  
DIRECTIONS & SERVICES



Pour nous contacter : 0970 809 709 (appel non surtaxé) - [www.groupe-uneo.fr](http://www.groupe-uneo.fr)

# ÉDITO

Jérôme de Dinechin



Les quatre cavaliers de l'Apocalypse, oeuvre de détenus de la maison centrale de Clairvaux

*Cheval rouge, cheval noir, cheval vert ! A chaque époque, la guerre, la famine et la mort ont ravagé des pans entiers de l'humanité. La menace biologique et chimique rassemble sous un même attelage trois des quatre cavaliers de l'Apocalypse, ces grands fléaux éternels. Ils ont pu prendre la forme de l'empoisonnement des eaux, de la corruption des aliments, l'épandage de produits toxiques ou de germes pathogènes, l'empoisonnement au polonium, le gaz moutarde... Ce spectacle est si repoussant qu'il a fait l'objet de conventions internationales parmi les mieux suivies pour proscrire à jamais ces types d'armements.*

*Pourtant, il reste nécessaire de se protéger des risques biologiques et chimiques, ne serait-ce qu'à cause des problèmes accidentels que les sociétés développées génèrent dans leur foisonnement et le bouillonnement de leur recherche. Les connaître a permis progressivement de gagner en espérance de vie, et de vie en bonne santé. N'oublions pas que la goutte, maladie endémique des bourgeois du XIX<sup>ème</sup> siècle était en partie liée au plomb des flacons de liqueur en cristal et que de nombreux métiers avaient leurs maladies comme la « maladie du chapelier ».*

*Mais si le corps va bien, ou du moins du mieux possible, on peut trouver des analogies du côté de notre psychologie. Les divers désordres psychiques font apparaître des symptômes proches de l'empoisonnement : mal-être au travail, burn out, dépression, bore out qui conduisent à un dégoût, une perte d'énergie et des maladies psychosomatiques diverses. On s'enferme parfois tout seul dans un système qui nous est nocif.*

*Il existe aussi, et c'est fréquent, des personnalités toxiques : paranoïaques, pervers narcissiques, manipulateurs victimaires ou agressifs. Les livres fleurissent sur le sujet, qui proposent leurs recettes pour gérer ces personnalités ou le plus souvent pour les fuir.*

*Quelle serait l'instance supérieure capable de se prémunir ou de se guérir des atteintes toxiques pour notre personnalité ? Pour Freud, il n'y en a pas, et l'on doit apprendre à se supporter pour survivre. Pour Jung au contraire, c'est le Soi, âme habitée par le divin qui possède ce pouvoir de réconciliation et qui nous pousse vers notre mission, notre avènement. Le Soi jouerait ainsi le rôle du cavalier blanc, le quatrième cavalier, « armé d'un arc, coiffé d'une couronne et partant en vainqueur pour vaincre », comme on le voit souvent dans la guérison de ces maladies qui se traduisent par une réorientation de nos forces vers un nouvel objectif et in fine par un changement de vie.*

*Et pour revenir au sujet de notre dossier, qu'imaginons-nous qui pourrait être le cavalier blanc, entre autre inspirateur de l'Organisation pour l'Interdiction des Armes Chimiques et force de paix dans le monde moderne ?*

# PRÉFACE

Louis Pasteur (1822 – 1895)

Extraits du discours prononcé le 14 novembre 1888 lors de l'inauguration de l'Institut Pasteur<sup>1</sup>



Louis Pasteur, par Félix Nadar

*Celui qui, dans vingt ans, écrira notre histoire contemporaine et recherchera quelles ont été, à travers les luttes des partis, les pensées intimes de la France, pourra dire avec fierté qu'elle a placé au premier rang de ses préoccupations l'enseignement à tous les degrés. Depuis les écoles de villages jusqu'aux laboratoires des hautes études, tout a été soit fondé, soit renouvelé. Elève ou professeur, chacun a eu sa part. Les grands maîtres de l'Université, soutenus par les pouvoirs publics, ont compris que, s'il fallait faire couler comme de larges fleuves l'enseignement primaire et l'enseignement secondaire, il fallait aussi s'inquiéter des sources, c'est-à-dire de l'enseignement supérieur. Ils ont fait à cet enseignement la place qui lui est due. Une telle instruction ne sera jamais réservée qu'à un petit nombre ; mais c'est de ce petit nombre et de son élite que dépendent la prospérité, la gloire et, en dernière analyse, la suprématie d'un peuple.*

*Voilà ce qui sera dit et ce qui fera l'honneur de ceux qui ont provoqué et secondé ce grand mouvement. Pour moi, messieurs, si j'ai eu la joie d'aller, dans quelques-unes de mes recherches, jusqu'à la connaissance de principes que le temps a consacrés et rendus féconds, c'est que rien de ce qui a été nécessaire à mes travaux ne m'a été refusé. Et le jour où, pressentant l'avenir qui allait s'ouvrir devant la découverte de l'atténuation des virus, je me suis adressé directement à mon pays pour qu'il nous permit, par la force et l'élan d'initiatives privées, d'élever des laboratoires qui non seulement s'appliqueraient à la méthode de prophylaxie de la rage, mais encore à l'étude des maladies virulentes et contagieuses, ce jour-là la France nous a donné à pleines mains. Souscriptions collectives, libéralités privées, dons magnifiques dus à des fortunes qui sèment les bienfaits comme le laboureur sème le blé, elle a tout apporté, jusqu'à l'épargne prélevée par l'ouvrier sur le salaire de sa rude journée.*

[...]

*Avant la pose de la première pierre, le Comité de patronage de la souscription a décidé, malgré moi, que cet institut porterait mon nom. Mes objections persistent contre un titre qui réserve à un homme l'hommage dû à une doctrine. Mais, si je suis troublé par un tel excès d'honneur, ma reconnaissance n'en est que plus vive et plus profonde. Jamais un Français s'adressant à d'autres Français n'aura été plus ému que je ne le suis en ce moment.*

[...]

<sup>1</sup> Le Président de la République (Sadi Carnot) assistait à cette inauguration. Pasteur, dit René Vallery-Radot dans « La vie de Pasteur », ne pouvant maîtriser son émotion, dut demander à son fils de lire son discours.

*Notre institut sera à la fois un dispensaire pour le traitement de la rage, un centre de recherches pour les maladies infectieuses et un centre d'enseignement pour les études qui relèvent de la microbiologie. Née d'hier, mais née toute armée, cette science puise une telle force dans ses victoires récentes qu'elle entraîne tous les esprits.*

*Cet enthousiasme que vous avez eu dès la première heure, gardez-le mes chers collaborateurs, mais donnez-lui pour compagnon inséparable un sévère contrôle. N'avancez rien qui ne puisse être prouvé d'une façon simple et décisive. Ayez le culte de l'esprit critique. Réduit à lui seul, il n'est ni éveillé d'idées, ni un stimulant de grandes choses. Sans lui tout est caduc. Il a toujours le dernier mot. Ce que je vous demande là et ce que vous demanderez à votre tour aux disciples que vous formerez est ce qu'il y a de plus difficile à l'inventeur. Croire que l'on a trouvé un fait scientifique important, avoir la fièvre de l'annoncer et se contraindre des journées, des semaines, parfois des années à se combattre soi-même, à s'efforcer de ruiner ses propres expériences, et ne proclamer sa découverte que lorsqu'on a épuisé toutes les hypothèses contraires, oui, c'est une tâche ardue. Mais quand, après tant d'efforts, on est enfin arrivé à la certitude, on éprouve une des plus grandes joies que puisse ressentir l'âme humaine, et la pensée que l'on contribuera à l'honneur de son pays rend cette joie plus profonde encore. Si la science n'a pas de patrie, l'homme de science doit en avoir une, et c'est à elle qu'il doit reporter l'influence que ces travaux peuvent avoir dans le monde.*

*S'il m'était permis, Monsieur le Président, de terminer par une réflexion philosophique provoquée en moi par votre présence dans cette salle de travail, je dirais que deux lois contraires semblent aujourd'hui en lutte : une loi de sang et de mort qui, en imaginant chaque jour de nouveaux moyens de combat, oblige les peuples à être toujours prêts pour le champ de bataille, et une loi de paix, de travail, de salut qui ne songe qu'à délivrer l'homme des fléaux qui l'assiègent. L'une ne cherche que les conquêtes violentes, l'autre que le soulagement de l'humanité. Celle-ci met une vie humaine au-dessus de toutes les victoires ; celle-là sacrifierait des centaines de mille existences à l'ambition d'un seul.*

*La loi dont nous sommes les instruments cherche même à travers le carnage à guérir les maux sanglants de cette loi de guerre. Les pansements inspirés par nos méthodes antiseptiques peuvent préserver des milliers de soldats. Laquelle de ces deux lois l'emportera sur l'autre ? Dieu seul le sait. Mais ce que nous pouvons assurer, c'est que la science française se sera efforcée, en obéissant à cette loi d'humanité, de reculer les frontières de la vie.*



Bâtiment de l'institut Pasteur, financé par souscription populaire en 1887 pour lutter contre la rage

# Munition guidée de mortier (MGM), l'appui feu de très grande précision

Mise  
en place du  
Mo 120RT  
par *sling*

Munition  
Guidée de  
Mortier

La MGM peut être tirée de tous  
les types de mortiers de 120  
mm, qu'ils soient lisses ou  
rayés...



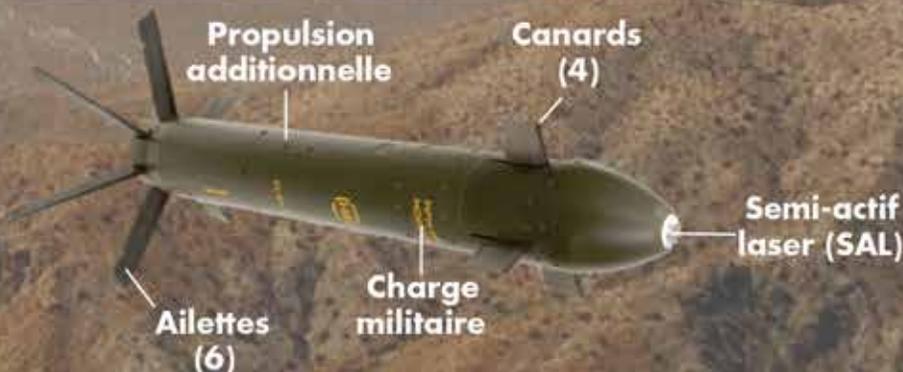
Dépose sur position de tir

Observateur/  
Illuminateur laser

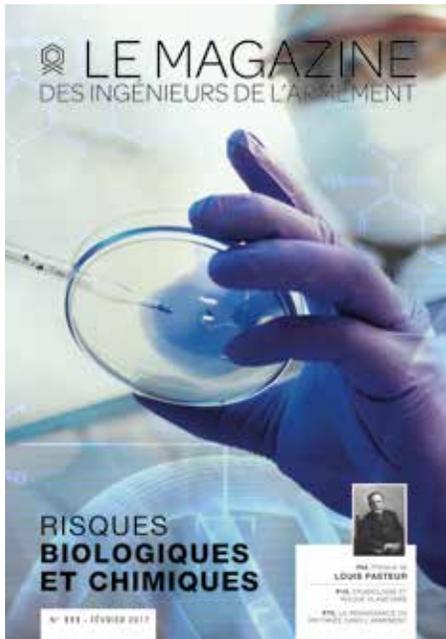
Précision  
sub-métrique

Infiltration

- Montée sur trajectoire balistique
- Phase planée par mise en route de la propulsion additionnelle
- Accrochage de la tache laser
- Portée max de 15 kilomètres



TDA ARMEMENTS SAS est une société française spécialisée dans la protection des infrastructures de campagne et des plateformes terrestres mobiles, dans les moyens actifs de contre-mobilité et dans le traitement adapté des différents types de menaces dans la frange des contacts. Elle développe des armes à guidage terminal laser dont la précision sub-métrique et la charge militaire optimisée permettront de traiter des objectifs à proximité des troupes amies et au milieu des populations.



## LE MAGAZINE DES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT

**CAIA** 16 bis, avenue Prieur de la Côte d'Or,  
CS 40300 - 94114 ARCUEIL Cedex  
Tél. : 01 79 86 55 13  
Télécopie : 01 79 86 55 16  
Site : [www.caia.net](http://www.caia.net) - E-mail : [contact@caia.net](mailto:contact@caia.net)  
Numéro de dépôt légal : 2265-3066

**DIRECTEUR DE PUBLICATION :**  
Philippe HERVÉ

**RÉDACTEUR EN CHEF :**  
Jérôme DE DINECHIN

**RÉDACTEUR EN CHEF DÉLÉGUÉ :**  
Bruno BELLIER

**COMITÉ DE RÉDACTION :**  
Flavien DUPUIS, Richard FINCK,  
Olivier-Pierre JACQUOTTE,  
Daniel JOUAN, Jonathan LARDY,  
Louis LE PIVAIN, Dominique LUZEUX,  
Denis PLANE, Arnaud SALOMON,  
Frédéric TATOUT

**CRÉDITS PHOTO :**  
iStock.

**ÉDITION ET RÉGIE PUBLICITAIRE :**  
FFE 15 rue des Sablons 75116 Paris  
01 53 36 20 40 - [www.ffe.fr](http://www.ffe.fr)

**DIRECTEUR DE LA PUBLICITÉ :**  
Patrick SARFATI

**CHEF DE PUBLICITÉ :**  
Ingrid DUBOCQ - 01 40 09 68 47  
[Ingrid.DUBOCQ@ffe.fr](mailto:Ingrid.DUBOCQ@ffe.fr)

**MAQUETTE :**  
Leslie TARDIF

**IMPRESSION :**  
IMPRIMERIE CHIRAT

N° ISSN-L 2265-3066

# SOMMAIRE

<b>ÉDITORIAL</b> de Jérôme de Dinechin .....	<b>03</b>
<b>PRÉFACE</b> de Louis Pasteur .....	<b>04</b>

## RISQUES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES

<b>INTRODUCTION AU DOSSIER</b> par Bruno Bellier .....	<b>08</b>
<b>ENJEUX TECHNIQUES DE LA DÉFENSE NRBC</b> par Yannick Morel .....	<b>10</b>
<b>PROLIFÉRATION CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE</b> LES ENJEUX DE LA LUTTE, par Richard Finck et Raphaële Pailloux .....	<b>12</b>
<b>CONNAISSANCE, ANTICIPATION ET GESTION DES DANGERS NRBC</b> par Frédéric Dorandeu .....	<b>14</b>
<b>TERRE ET AUTRES CÉLESTES CORPS SOUS PROTECTION ! LE DEVOIR DE PROTECTION PLANÉTAIRE</b> , par Michel Viso .....	<b>16</b>
<b>LA MENACE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE SUR LES RÉSEAUX D'EAU POTABLE. QUELLE RÉPONSE POUR L'OPÉRATEUR ?</b> par Christophe Perrod et Franck Galland .....	<b>18</b>
<b>LA SANTÉ ANIMALE SOUS HAUTE SURVEILLANCE ! MISSIONS ET ACTIVITÉS DES LABORATOIRES NATIONAUX DE RÉFÉRENCE</b> , par Claire Ponsart .....	<b>22</b>
<b>H1N1. CHRONIQUE D'UNE PANDÉMIE MONDIALE ANNONCÉE</b> par François Hébert .....	<b>24</b>
<b>LE DÉTACHEMENT CENTRAL INTERMINISTÉRIEL D'INTERVENTION TECHNIQUE (D.C.I-I.T)</b> L'ANTITERRORISME CONTRE LES MENACES NRBC-E, par l'échelon permanent de direction et de coordination du D.C.I-I.T .....	<b>26</b>
<b>L'UNION DE NOS FORCES EST LA BONNE COMBINAISON NRBC</b> LE CENTRE NATIONAL CIVIL ET MILITAIRE DE FORMATION ET D'ENTRAÎNEMENT NRBC-E, UN OUTIL EXEMPLAIRE DE LA COOPÉRATION CIVILO-MILITAIRE, par Christophe Mignot et Yves Kovalevsky .....	<b>28</b>
<b>L'UE ET LA LUTTE CONTRE LES RISQUES NRBC</b> DES ACTIONS NOMBREUSES AUXQUELLES VOUS POUVEZ CONTRIBUER, par Richard Finck .....	<b>30</b>
<b>L'ÉQUIPE « FRANCE » AU RENDEZ-VOUS DE LA HAUTE TECHNOLOGIE</b> , par Dominique Monvoisin .....	<b>32</b>
<b>COMBATTRE LA RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES</b> UNE TENTATIVE DE RÉPONSE INTERNATIONALE AUX DÉFAILLANCES DU MARCHÉ PHARMACEUTIQUE, par Flavien Dupuis .....	<b>36</b>
<b>APPLICATIONS DES NANOTECHNOLOGIES À LA MÉDECINE</b> , par Frédéric Tatout .....	<b>38</b>
<b>SE PROTÉGER DU RISQUE NRBC. UNE NÉCESSAIRE APPROCHE INGÉNIERIE SYSTÈME</b> , par Fabienne Majid .....	<b>40</b>
<b>CONTEXTE ET ENJEUX INDUSTRIELS DU NRBC. INTERVIEW DE PHILIPPE DEMIGNÉ, PDG DE BERTIN</b> , par Frédéric Tatout .....	<b>42</b>
<b>LA MENACE NRBC-E : LA RÉPONSE INDUSTRIELLE DES MEMBRES DU GIE DÉFENSE NBC</b> , par Michel Ranquet .....	<b>44</b>
<b>ELOIGNER L'HOMME DU DANGER. APPORT DE LA ROBOTIQUE FACE AUX RISQUES NUCLÉAIRE, RADIOLOGIQUE, BIOLOGIQUE ET CHIMIQUE</b> , par Guénaél Guillaume .....	<b>46</b>
<b>LA GUERRE CHIMIQUE ET BACTÉRIOLOGIQUE CONTINUE SOUS TERRE !</b> par Xavier Lebacqz .....	<b>48</b>
<b>MÉDICATION DE GUERRE : PRINCIPE DE PRÉCAUTION ET ENJEUX OPÉRATIONNELS</b> , par Denis Plane .....	<b>50</b>
<b>RISQUES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES EN VITICULTURE</b> , par Stéphane Nativel .....	<b>52</b>

<b>MOT DU PRÉSIDENT</b> de Philippe Hervé .....	<b>56</b>
<b>VIE DE LA CAIA</b> .....	<b>57</b>
<b>MANAGEMENT</b> .....	<b>63</b>
<b>HISTOIRE</b> .....	<b>66</b>
<b>LU POUR VOUS</b> .....	<b>72</b>
<b>CAMARADES ÉCRIVAINS</b> .....	<b>73</b>
<b>LU AU JO</b> .....	<b>74</b>
<b>CARNET PROFESSIONNEL</b> .....	<b>74</b>



INTRODUCTION AU DOSSIER

## RISQUES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES

Bruno Bellier, ICA

Le numéro que vous tenez en main est de ceux pour lesquels le choix du titre n'a pas été des plus simples ! En particulier, « chimique et biologique » aurait donné le raccourci saisissant « magazine des ingénieurs de l'armement – chimique et biologique » - rapprochement qui suscite généralement maintes questions inquiètes auprès des ingénieurs de l'armement qui ont choisi de s'orienter vers ce domaine technique.

Les armes biologiques et chimiques sont, il faut bien le reconnaître, un domaine qui sent le soufre, au figuré comme au propre d'ailleurs (au moins pour ce qui concerne le « gaz moutarde »), comme l'illustre encore récemment le fait d'avoir érigé en « ligne rouge » l'emploi de telles armes dans le conflit syrien.

**N**otre dossier commence donc tout naturellement par replacer le volet militaire du risque biologique et chimique dans son contexte, celui des traités de désarmement et d'interdiction, la convention de 1972 pour les armes biologiques et les toxines, et le traité de Paris de 1995 pour les armes chimiques. Sous l'empire de ces traités aux dispositions exigeantes, en particulier en matière de transparence, la France poursuit des activités à vocation exclusivement défensive. La direction générale de l'armement et le service de santé des armées y tiennent une place centrale, permettant aux forces armées françaises de conduire leurs missions en situation d'exposition à des agents biologiques ou chimiques, qu'une telle situation résulte d'une agression, de rejets industriels ou tout simplement de l'environnement local. La France participe également très activement à la lutte contre la prolifération biologique et chimique, instrument d'importance pour prévenir la survenue ou l'accroissement du risque.

Le qualificatif de « destruction massive » souvent associé à tort aux armes biologiques et chimiques contribue lui aussi à leur conférer une aura particulièrement inquiétante : pour justifiée qu'elle soit, mieux vaudrait qu'elle convoque le potentiel de désorganisation massive (mass disruption), bien plus approprié pour décrire le type de conséquences que peut occasionner un événement chimique ou, plus encore, biologique. Notre société, nos entreprises, notre quotidien même ont d'ailleurs, consciemment ou non, fait l'expérience de cette désorganisation à l'occasion des épidémies plus ou moins sévères, plus ou moins récurrentes, que ce soit la gastro-entérite saisonnière, la pandémie grippale H1N1 de 2009 dont la gestion est évoquée dans notre dossier ou, plus lointaine mais pas moins anxiogène, la flambée d'Ebola en Afrique occidentale l'an dernier.

Outre ce risque naturel avec lequel l'homme vit depuis la nuit des temps – et dont il meurt parfois par millions – et après des décennies marquées par la préparation à un conflit armé éventuel en Europe où l'arme chimique pourrait être employée de façon massive, des événements comme les attentats de Matsumoto et surtout Tokyo en 1994-1995 ont fait évoluer la perception du risque vers une prise en compte accrue de scénarios terroristes. Ceux-ci soulèvent des questions de sécurité du territoire national auquel notre dossier fait donc une place importante, en mettant notamment en évidence les enjeux de protection des infrastructures critiques, à travers l'exemple des réseaux d'eau, et les besoins de complémentarité entre militaires et forces de sécurité civile, qui ont conduit à créer un centre commun de formation et d'entraînement. Ce rapprochement opérationnel trouve aussi sa traduction dans la préparation de l'avenir, structurée dans un programme de recherche interministériel au sein duquel collaborent étroitement le Secrétariat général pour la défense et la sécurité nationale, la DGA et le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

L'intervention de l'Etat pour stimuler la recherche et le développement en matière de protection contre les risques biologiques et chimiques, reste en effet indispensable : l'absence de retombées économiques assurées, ou le caractère de niche, sont de puissants obstacles à un engagement fort de l'industrie, comme notre dossier le met en exergue à travers le cas du marché des antibiotiques, dans le domaine sanitaire. Dans la niche particulière des équipements de défense biologique et chimique au profit des forces de sécurité militaires et civiles, la base industrielle et technologique française de défense possède des atouts indéniables qu'il s'agit de préserver, pour répondre au défi crucial de la sécurité d'approvisionnement – crucial au point de conduire l'Etat à conserver dans certains cas des capacités propres de production, à l'exemple de la Pharmacie centrale des armées. Notre dossier met enfin en lumière la continuité dans l'action que requiert, en dépit de la volatilité de la perception du risque, et qu'incarne le Centre du Bouchet de la DGA (aujourd'hui dénommé DGA Maîtrise NRBC) et son siècle d'activité dans le domaine, démentant au passage cette déploration du grand chimiste (de cinéma) Barnaby Fulton : « *being a chemist doesn't allow you to think* ».

Sans prétendre à l'exhaustivité, nous espérons donc à travers ce numéro dissiper une partie du halo de mystère entourant les risques biologiques et chimiques, et illustrer la part que peuvent prendre les ingénieurs, et particulièrement les ingénieurs de l'armement, aux côtés notamment des chercheurs, médecins, pharmaciens..., dans le triptyque de la gestion de ces risques : prévenir, gérer et restaurer. ☺

« LA BASE INDUSTRIELLE ET TECHNOLOGIQUE FRANÇAISE DE DÉFENSE POSSÈDE DES ATOUTS INDÉNIABLES QU'IL S'AGIT DE PRÉSERVER, POUR RÉPONDRE AU DÉFI CRUCIAL DE LA SÉCURITÉ D'APPROVISIONNEMENT »



**Bruno BELLIER, ICA**

Après un doctorat de sciences pharmaceutiques (2000), Bruno Bellier a occupé à la DGA des fonctions d'expert et de chef de division au Centre d'études du Bouchet, et a été directeur du programme DETECBIO et DSM défense NRBC. De 2011 à 2015, chef de la mission de supervision de l'OCCAr et adjoint au directeur des opérations, il a rejoint la sous-direction de la politique RH de la DGA.

# ENJEUX TECHNIQUES DE LA DÉFENSE NRBC

PLACE PARTICULIÈRE DE LA DGA AU NIVEAU NATIONAL

Yannick Morel, ICA

Que sait-on de la défense NRBC ? Le domaine véhicule à la fois une image ancienne (première guerre mondiale) et des enjeux tout à fait contemporains, à l'interface entre la défense et la sécurité nationale.

## Contexte

La défense NRBC a été traditionnellement une démarche prudentielle : la faible probabilité d'une attaque NRBC s'accompagne en effet de conséquences potentiellement désastreuses. Cette assurance coûte actuellement entre 1 et 3 % de l'effort global de défense (équipements, effectifs et R&D). La menace NRBC n'est pas nouvelle. Elle s'est concrétisée massivement dans les tranchées lors de la 1<sup>ère</sup> guerre mondiale. Ensuite, des programmes offensifs ont été développés par plusieurs pays, puis des conventions internationales sont venues interdire le développement et l'usage d'armes B ou C. Néanmoins la menace n'a pas disparu pour autant et la défense NRBC reste d'actualité. Dans ce domaine, l'activité du Ministère est exclusivement défensive et vise à anticiper et savoir gérer une agression.

## Technologies de défense NRBC

La défense NRBC ne se limite pas à un apport technologique spécialisé pour les forces combattantes. Elle revêt un aspect de souveraineté en permettant à l'Etat de disposer d'une autonomie d'appréciation des situations NRBC. Il s'agit de savoir évaluer (et modéliser) les risques encourus avant ou pendant une opération, de prouver juridiquement l'utilisation d'agents ou armes prohibés (à l'image de la police scientifique), et plus généralement de maîtriser la « prolifération » de la menace NRBC. Les nations dotées de ces capacités sont peu nombreuses.

Les contre-mesures techniques de la défense NRBC se divisent

en sous-domaines : la détection environnementale, la protection individuelle (masque, tenue) et collective (filtre pour véhicules ou bâtiments), la décontamination de matériels ou d'infrastructures et les traitements médicaux. L'adhérence avec le secteur civil n'est que partielle : les niveaux de performance des équipements de détection ou de protection doivent être nettement meilleurs que ceux des équivalents civils (industrie chimique, du bâtiment...) du fait de l'extrême toxicité des produits redoutés. De même, les antidotes contre les agents NRBC n'intéressent pas l'industrie pharmaceutique (marché trop restreint). Un effort spécifique de défense est donc nécessaire (expertise du SSA, Service de Santé des Armées).

La plupart des matériels actuellement en dotation ont été conçus et développés dans le cadre étatique puis produits industriellement. De plus, la demande civile privée d'équipements NRBC reste théorique car il n'y a pas actuellement d'obligation réglementaire pour que les grands opérateurs s'équipent préventivement. Ainsi, l'industrie NRBC n'atteint pas une maturité suffisante pour être indépendante de l'expertise étatique. Dans ce contexte la DGA joue un rôle critique au niveau national.

## Evolutions

La défense NRBC a connu deux changements de paradigme récents. D'une part, l'utilisation d'agents chimiques « de guerre » sur le théâtre Irako-Syrien, montre qu'à la menace ancienne – mais pas obsolète – de type guerre froide, doit désormais s'ajouter

une menace NRBC asymétrique, protéiforme (terroriste). Les matériels de défense NRBC en dotation, conçus pour le contexte de guerre froide, doivent donc s'adapter et alléger leur empreinte logistique.

*« UN APPORT  
TECHNOLOGIQUE  
SPÉCIALISÉ POUR  
LES FORCES  
COMBATTANTES ET  
UNE AUTONOMIE  
D'APPRÉCIATION DES  
SITUATIONS NRBC »*

D'autre part, le contexte réglementaire a lui aussi évolué, en parallèle de la judiciarisation croissante de la société. Le décret 2012-422, portant sur la sécurité au travail au Ministère de la Défense (y compris pour les militaires, y compris en OPEX) impose de caractériser les risques qui ne peuvent pas être évités. Pour les équipements de défense NRBC, qui ont un impact direct sur la sécurité des utilisateurs, cela se traduit par la nécessité de caractériser la performance des détecteurs, masques et tenues de protection, procédés de décontamination etc... vis-à-vis des seuils toxicologiques parfois très bas des agents NRBC. Il peut s'agir d'effets aigus (immédiats) plus ou moins réversibles ou « à distance des opérations » (séquelles). Plusieurs paramètres influencent l'efficacité à mesu-

rer : scénario d'exposition (nature et concentration des agents NRBC), climat, activité physique du combattant. L'approche antérieure reposait sur la mesure de quelques caractéristiques brutes (référentiel OTAN) non systématiquement reliées aux valeurs toxicologiques sans effet. A la DGA, l'autorité technique « sécurité en ambiance NRBC » traite cette question en lien avec la qualification des équipements.

Que peut-on anticiper pour le futur ? La diffusion des savoirs accompagnant la mondialisation et la montée en puissance technologique d'entités non-étatiques organisées comme Daech augmentent malheureusement la probabilité d'actions terroristes ou asymétriques à caractère NRBC. Les médias, friands de sujets sensationnalistes, évoquent parfois abusivement des avancées technologiques pouvant conduire à de nouveaux agents « améliorés ». L'ypérite (datant de 1915), la peste ou le charbon (connus depuis des siècles), sont toutefois parfaitement « efficaces ».

### Place et rôle de la DGA

Au niveau national, la Défense et la DGA disposent de capacités techniques uniques avec des exclusivités de droit (conventions internationales) ou de fait (infrastructures sécurisées coûteuses). Les acteurs civils publics ou industriels ne disposent pas de telles capacités : manipulation d'agents chimiques de guerre, collections de micro-organismes couvrant le spectre de la menace, laboratoires confinés et bancs d'essais. En outre, l'absence de norme d'essai rend difficile la sous-traitance à l'étranger. Le socle étatique (DGA) d'essais NRBC est de fait indispensable pour évaluer les performances des équipements NRBC car l'épreuve du feu est historiquement (et heureusement) très limitée, comparativement aux autres domaines de la défense. Enfin, la réalisation d'essai NRBC en vraie grandeur est impossible pour des raisons évidentes de sécurité et de cadre réglementaire international. La simulation (modélisation et



Les moyens techniques de la DGA contribuent à la formation et l'entraînement des opérationnels : ici un exercice de prélèvements B & C dans un laboratoire suspect supervisé par des experts.

### RÔLE DES IA DANS LA DÉFENSE NRBC : DES COMPÉTENCES POINTUES ET RARES

Chaque lettre de l'acronyme NRBC repose sur des expertises spécifiques peu interchangeable. Les IA sont incités à suivre une formation en master ou en doctorat notamment en microbiologie pour atteindre un niveau scientifique adapté à la tenue de postes à haute valeur ajoutée technique. Plusieurs IA ont ainsi acquis des profils atypiques mais nécessaires au bon management du domaine NRBC. Une filière de formation adaptée pour les IETA vient d'être mise en place incluant une dernière année du cycle ingénieur à l'ENSTA ParisTech et certains cours communs avec l'X en biologie et chimie. Le domaine a aussi besoin de compétences moins spécifiques mais tout aussi importantes : simulation numérique et modélisation, mesures physiques, dynamique des fluides, matériaux, ergonomie... La défense NRBC accueille ainsi dans leur parcours professionnel des ingénieurs de formations variées et ne doit pas être perçue comme un microcosme mystérieux et impénétrable.

utilisation de substituts non dangereux d'agents NRBC pour les entraînements) complète les essais en laboratoire confinés.

Par ailleurs, le centre expert DGA Maîtrise NRBC joue un rôle opérationnel (lien avec le CPCO) pour les actions de souveraineté évoquées plus haut et il assure des missions pour la sécurité nationale sous l'égide du SGDSN : plan Biotox-Piratox pour l'analyse d'échantillons suspects, surveillance de grands événements, expertises. Le SSA dispose aussi de compétences NRBC, complémentaires de celles de la DGA, qui concernent les aspects médicaux. ☞



**Yannick MOREL**, ICA  
Responsable  
du pôle Sciences  
de l'Homme  
et Protection  
(DGA/DT)

A la sortie de l'X Yannick Morel effectue une thèse en toxicologie puis passe l'habilitation à diriger des recherches en sciences de la vie. Il passe 12 ans au CEB (devenu DGA Maîtrise NRBC) essentiellement dans le domaine de la biologie. Après avoir été responsable métier NRBC, il est depuis 2013 Responsable du Pôle SHP.

# PROLIFÉRATION CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE

## LES ENJEUX DE LA LUTTE

Richard Finck, ICA et Raphaële Pailloux, IGA

Comment rendre les instruments internationaux plus efficaces et comment éviter que des groupes terroristes ne parviennent à produire et employer des armes à la fois efficaces et à fort effet psychologique ?

**F**in août 2016, après un an d'enquête sur l'utilisation d'armes chimiques en Syrie, l'ONU a conclu que le régime syrien était responsable de deux attaques au chlore dans la province d'Idlib, en 2014 et 2015, après la signature de la Convention d'interdiction des armes chimiques (CIAC) par ce pays en 2013. Elle a aussi estimé que les djihadistes de Daech avaient utilisé du gaz moutarde à Marea (province d'Alep) en août 2015. Ces deux exemples illustrent parfaitement les interrogations actuelles.

### Bref historique des armes chimiques et biologiques

Prenant appui sur une industrie en fort développement, l'arme chimique a été largement employée durant la 1<sup>ère</sup> guerre mondiale. Son bannissement a très vite été demandé par les principales puissances et le protocole de Genève a interdit dès 1925 l'emploi des armes chimiques et biologiques. Aujourd'hui, on considère que ce protocole fait partie intégrante du droit international coutumier et qu'à ce titre, tous les États, parties ou non, sont tenus par ses dispositions. Cependant, il n'interdit que l'emploi de ces armes : il en a donc peu freiné le développement et n'a malheureusement pas pu empêcher la constitution de stocks d'agents militaires de plus en plus sophistiqués. L'arme chimique ne fut pas employée lors de la 2<sup>ème</sup> guerre mondiale : On peut paradoxalement interpréter ce non-emploi comme résultant du caractère dissuasif des arsenaux considérables alors constitués. Ces arsenaux ont continué à s'accroître et à se perfectionner au cours de la guerre froide.

Il faut attendre 1993 et l'ouverture

à la signature de la CIAC pour que des mesures contraignantes soient enfin proposées, marquant ainsi un arrêt de la course aux armements chimiques.

Fort heureusement, l'arme biologique n'a jamais été employée à grande échelle, même si son potentiel a été très tôt appréhendé. On peut citer l'activité de l'unité 731 de l'armée impériale japonaise qui développa dès 1932 des armes bactériologiques, employées contre l'URSS et la Chine. L'absence de contrôle de la dissémination de l'arme biologique a sans doute contrarié l'intérêt que les états-majors lui portaient initialement.

### Les instruments internationaux de lutte contre la prolifération des armes chimiques et biologiques

#### - Les deux traités d'interdiction

Deux traités de désarmement (CIAC, 1993 et Convention sur l'interdiction des armes biologiques ou à toxines CIABT, 1972) offrent des instruments juridiquement contraignants visant à prévenir, réduire et écarter toute menace d'emploi. Ils interdisent (sauf exception à des fins de protection) la production, le stockage et l'emploi d'agents chimiques et biologiques, ainsi que le transfert de toute capacité afférente à un pays tiers.

Aujourd'hui, 192 États sont membres de la CIAC. Ils représentent plus de 98 % de la population mondiale et la majorité des bassins industriels chimiques. Un processus opérationnel d'inspection des installations chimiques déclarées et des sites de stockage d'armes chimiques y est mis en œuvre par une entité indépendante : l'organisation pour

l'interdiction des armes chimiques (OIAC). Quant à elle, la CIABT compte 175 États membres. Contrairement à son homologue chimique, elle ne comporte pas de régime de vérification de ses dispositions, principe auquel se sont opposés les États-Unis.

#### - Le groupe Australie

Utilisées pendant le conflit avec l'Iran, certaines armes chimiques irakiennes avaient été réalisées avec des précurseurs commercialisés sans contrôle. Un régime multilatéral de contrôle des exportations, le Groupe Australie, a donc été créé en 1985 dans le seul domaine chimique avant d'être étendu au domaine biologique en 1990. Il fédère aujourd'hui 41 pays et constitue un complément important aux deux conventions de désarmement, en palliant les risques de détournement de leur périmètre.

#### - Une adaptation des instruments est nécessaire

Les deux traités précités ont en effet été construits pour désarmer de grandes puissances disposant de moyens importants et de technologies poussées leur permettant de produire des agents complexes ciblés.

Leur existence n'est en outre pas un rempart absolu. Par exemple, l'URSS n'a pas respecté ses engagements en développant dans le plus grand secret son programme d'armements biologiques « Biopreparat », dont l'ampleur n'a été révélée qu'en 1992. Plus récemment, le cas syrien démontre qu'un pays peut ne pas respecter les engagements qu'il a souscrits. De nombreux pays demandent ainsi un renforcement des mesures, afin d'éviter que l'utilisation de ces armes ne se normalise. Certains

## LA CONTRIBUTION DE LA DGA À L'ACTION DE L'ÉTAT

- connaissance des agents de la menace, y compris des moyens nécessaires de production et d'emploi;
- évaluation de la menace en opérations extérieures et sur le territoire national;
- analyses biologiques et chimiques;
- spécification et qualification des matériels équipant les forces;
- expertise au profit des commissions interministérielle d'exportation de matériels de guerre et des biens à double usage;
- participation aux travaux du groupe Australie;
- délivrance de formations;
- vision prospective (identification des ruptures technologiques et analyse de leurs conséquences).

proposent que l'usage de telles armes soit qualifié de crimes de guerre ou contre l'humanité et que leurs auteurs soient traduits devant le tribunal pénal international.

### L'accroissement du risque terroriste

L'actualité nous a montré récemment avec Daech qu'il est possible de produire de l'ypérite sous réserve de disposer d'une voie de synthèse éprouvée et d'un minimum d'infrastructures. Les armes chimiques et biologiques sont désormais davantage des armes « tactiques » destinées à déstabiliser l'adversaire, dans le cadre d'une guerre asymétrique ou d'une action terroriste : action psychologique plutôt qu'effet de masse.

Le développement considérable des moyens de production et des échanges commerciaux, conjugué à l'augmentation notable du niveau d'éducation et à la facilitation de l'accès aux connaissances accroît le risque de la production d'armes chimiques ou biologiques. A plus long terme, l'absence de contrôle de la diffusion de nouvelles technologies peut avoir des effets négatifs : par exemple, les biotechnologies.

Une évolution de notre dispositif de défense est donc nécessaire pour prendre en compte l'évolution de la menace, tant sur les théâtres d'opérations extérieures que sur notre territoire. Cette évolution est en cours depuis les années 1980.

### L'action de l'Etat en matière de lutte contre la menace biologique et chimique

Les armées sont de longue date exposées à la menace biologique et chimique; la DGA s'est organi-

sée pour assurer l'appui technique aux autorités nationales dans ce domaine, en développant des capacités uniques pour la protection des forces armées et en contribuant à l'évaluation, la surveillance, le contrôle et la réduction des menaces. Ces travaux mobilisent tant son expertise technique que ses compétences managériales liées à la conduite des programmes d'équipements de défense.

Progressivement, la protection du territoire et des populations civiles a pris plus d'importance. Au niveau interministériel, le SGDSN est responsable, depuis 1980, de l'élaboration des plans gouvernementaux Piratox (terrorisme chimique), Piratome (terrorisme nucléaire ou radiologique) et Biotox (terrorisme biologique). En 2010, un plan unique « Pirate NRBC » s'est substitué à ces trois plans.

Ce plan (classifié), fournit une aide à la décision au profit du Premier ministre et des ministres concernés (intérieur, santé, défense, industrie...) lors de l'exécution ou de la menace d'exécution d'une action malveillante ou à caractère terroriste utilisant des matières, agents

ou produits NRBC. Il constitue une boîte à outils recensant l'ensemble des mesures permettant de gérer une crise NRBC au niveau gouvernemental.

Il précise l'organisation gouvernementale de gestion de crise. A partir de six situations de référence, des mesures ont été définies, telles que la mise en alerte d'équipes spécialisées, la diffusion de l'alerte et de consignes aux populations menacées.

### - Avant l'attentat

L'action conjointe des services de renseignement et des forces de sécurité peut permettre de déjouer un projet d'attentat NRBC. Si des engins improvisés de nature NRBC sont utilisés, il est fait appel au détachement central interministériel d'intervention technique pour sécuriser et démanteler l'engin.

Les unités d'intervention antiterroristes sont également entraînées et équipées pour agir en milieu contaminé (force d'intervention de la police nationale, groupe d'intervention de la gendarmerie nationale...).

### - Après l'attentat

Cette phase porte sur le secours aux victimes et sur le traitement des conséquences de l'attentat. C'est le rôle des intervenants (sapeurs-pompiers, SAMU, forces de sécurité...), notamment ceux qui, équipés de protections spécifiques, interviennent sur les lieux de l'attentat.

Gardons cependant en mémoire que le terrorisme chimique demeure pour l'heure marginal et les technologies usitées rudimentaires, notamment l'acquisition des capacités nécessaires à la militarisation effective d'un agent demeure une barrière technologique. ☺



**Raphaële PAILLOUX**, IGA  
Directrice de l'unité de management NBC à la DGA

Raphaële Pailloux (X86, ENSTA) a commencé sa carrière à la DGA dans le domaine de la dissuasion et des missiles, puis a travaillé sept années dans le renseignement sur la prolifération NRBC. Elle a été nommée en novembre 2010 directrice de l'unité de management NBC à la direction des opérations de la DGA.



**Richard FINCK**, ICA  
Sous-directeur de la non-prolifération, des sciences et des technologies au SGDSN

Chef du service des biens à double usage (ministère chargé de l'industrie) de 2012 à 2015. Directeur de cabinet du Commissaire à la diversité et à l'égalité des chances (services du Premier ministre) de 2008 à 2012. Conseiller technique au cabinet du Ministre de la santé et des solidarités (2006-2007).

# CONNAISSANCE, ANTICIPATION ET GESTION DES DANGERS NRBC

Frédéric Dorandeu, *Pharmacien en chef*

... Mars 2011 Japon Fukushima accident de centrale nucléaire – Août 2013 Syrie neurotoxique Sarin – 2014-2016 Afrique de l'Ouest virus Ebola – 2013-2015 Polynésie et Guyane virus Zika – Août 2015 Théâtre du Levant Ypérite... Au coeur de l'expertise, l'Institut de Recherche Biomédicale des Armées (Irba). Les devises du SSA « *Votre vie, Notre combat* » et de l'Irba « *La connaissance au service des forces* » illustrent parfaitement ces missions.

## Un acteur essentiel de la défense contre les dangers NRBC

L'Institut de recherche biomédicale des armées (Irba) est un établissement placé sous l'autorité de la Direction centrale du Service de santé des armées (DCSSA). L'Irba est né de la fusion des quatre établissements de recherche du SSA pour constituer un site unique à Brétigny-sur-Orge (Essonne). Il a été inauguré le 18 février 2016. Dédié à la recherche spécifique aux milieux d'emploi des forces ainsi qu'aux aspects biomédicaux liés aux risques NRBC, l'institut assure des activités de recherche biomédicale de défense, des actions d'expertise et des formations. Cette polyvalence, combinant connaissance scientifique et milieu militaire, assure la spécificité de l'institut et sa place unique dans le paysage de la recherche en France.

Bien que les agents biologiques du risque naturel ne soient pas toujours considérés comme faisant partie du « B » de NRBC, le SSA doit, à deux titres, prendre en compte ces risques : par l'impact que ces agents peuvent avoir sur la conduite d'opérations militaires mais aussi du fait que certains de ces agents pourraient faire l'objet d'une utilisation offensive délibérée. L'Irba est ainsi labellisé comme centre national de référence (CNR) dans les domaines des maladies virales (CNR arbovirus - ex. virus Zika – CNR Orthopoxvirus - virus de la variole en particulier), des maladies infectieuses parasitaires (labora-

## LES PERSONNELS DE L'IRBA : L'EXPERTISE SUR LES THÉÂTRES D'OPÉRATIONS

Deux exemples où les personnels de l'Irba participent aux opérations militaires en apportant l'expertise technique qui peut être requise :

- **Nord du Kosovo 2002** : usine de traitement de minerais ; 11 tonnes de cyanures et des sources radioactives confinées dans un bâtiment à proximité de troupes tunisiennes et de la population.

- **Guinée Conakry 2014-2015** : conception et fonctionnement du centre de traitement des soignants, en collaboration avec le 2<sup>ème</sup> Régiment de Dragons (mission Tamarin) et aide aux autorités guinéennes.



toire associé CNR paludisme) et bactériennes (le directeur adjoint du CNR maladie du charbon est à l'Irba).

L'Irba possède d'ailleurs la seule unité de recherche française sur *Bacillus anthracis*, l'agent responsable de la maladie du charbon (l'« anthrax » des Anglo-saxons). Le développement d'un anticorps recombinant à visée prophylactique et/ou thérapeutique issu des recherches amont finalisées menées par l'Irba est en cours sous l'égide de la DGA : ce projet d'ampleur permettra de posséder une contre-mesure médicale (CMM) efficace dotée d'une autorisation de mise sur le marché (AMM), si les prochaines étapes, dont l'étude clinique, se déroulent sans difficultés.

En mars 2014, la plus grande épidémie de fièvre hémorragique au virus Ebola démarrait en Afrique de l'Ouest. L'organisation mondiale de la santé vient d'annoncer officiellement la fin de l'épidémie. L'Irba, aux côtés d'autres acteurs du SSA et de la Défense plus largement, a significativement contribué à la gestion de cette crise notamment par les conseils en matière de biosécurité, le développement d'une capacité de diagnostic Ebola ou l'assistance technique aux structures de santé guinéennes. Une trousse de diagnostic rapide a pu être testée conjointement avec le CEA, l'Inserm et la Fondation Mérieux lors d'une étude clinique menée en Guinée pendant l'épidémie. Un autre projet de recherche clinique de terrain a permis d'évaluer un automate pour le diagnostic. Cette crise sanitaire a conduit la communauté médicale internationale à se mobiliser pour tirer les leçons de cette épidémie et de mieux se préparer à d'autres épi-

démies du même type, naturelles ou provoquées. Des chercheurs de l'Irba, avec d'autres experts du SSA participent ainsi actuellement à ces travaux internationaux, par exemple dans le cadre de l'initiative de défense intelligente de l'Otan.

Dans le domaine chimique, l'Irba a activement participé au développement de l'auto-injecteur bi-compartiment *Ineupe*®, pour le traitement d'urgence de l'intoxication par les neurotoxiques de guerre et aux travaux plus récents visant à remplacer l'une des molécules actives, celle permettant à la cible des neurotoxiques d'être réactivée. Ce programme d'ampleur piloté par la Pharmacie centrale des armées souligne à nouveau les importants défis budgétaires auxquels la Défense doit faire face. Un programme de conception et évaluation d'une 3<sup>ème</sup> génération de réactivateurs a été également mis en place. Il repose sur une collaboration entre l'Irba et des partenaires académiques (Universités de Rouen et Strasbourg, Institut de biologie structurale à Grenoble) et est soutenu financièrement par la DGA et le programme interministériel de R&D NRBC-e.

Le coût de développement d'une CMM devant disposer d'une AMM est très élevé et les outils appropriés permettant le financement des dernières étapes sont actuellement absents. Pour que les recherches amont finalisées débouchent sur des produits utilisables par les Forces, il convient donc d'explorer toutes les voies. En collaboration avec la chaire armement et économie de défense de l'IHEDN et l'université Paris II, un travail doctoral tente ainsi actuellement de cerner les arguments qui permet-

traient d'« emporter la décision », dans un contexte budgétaire très contraint. L'analyse économique du « coût de l'inaction » est une voie explorée.

### Un institut au cœur des réseaux de recherche militaires, académiques et industriels

L'Irba conduit des actions avec des établissements publics réunis au sein de l'Alliance nationale de la Vie et de la Santé (AVIESAN) comme le CNRS, l'Inserm, l'Institut national de la recherche agronomique, et l'Institut Pasteur. L'établissement partage ses recherches avec la communauté médicale civile et militaire, nationale et internationale. Travaillant en grande proximité avec la DGA, l'Irba apporte aussi son expertise à l'évaluation et au suivi des actions de soutien à la recherche et l'innovation de la DGA (dispositifs Rapid, Astrid et Astrid maturation notamment). ☞

### UNE RECHERCHE ET UNE EXPERTISE ANCRÉE DANS LES RÉSEAUX INTERNATIONAUX

Présidence du groupe de travail capacitaire NRBC médical de l'OTAN.

Présidence du panel « Facteurs humains et médecine » de l'organisation science et technologie de l'OTAN.



**Frédéric DORANDEU,**  
Pharmacien en chef

Conseiller technique du DCSSA - Adjoint au chef de la division « recherche scientifique » de l'Irba.

Chercheur (contre-mesures médicales contre les neurotoxiques et vésicants), officier qualifié « NBC » possédant une expérience de terrain, professeur agrégé et expert au niveau interministériel, Frédéric Dorandeu préside le groupe de travail capacitaire NRBC médical du COMEDS (OTAN). Il est membre titulaire de l'Académie nationale de pharmacie.

### UNE EXPERTISE AU SERVICE DES TRAVAUX CAPACITAIRES

**2012 :** Les unités médicales de décontamination des armées (UMDA) sont sur le point d'être mises en service opérationnel (MSO). Des évaluations technico-opérationnelles sont nécessaires. Avec l'appui analytique du centre DGA Maîtrise NRBC, des mesures peuvent être réalisées et conduire à des recommandations importantes pour la MSO.

**2014-2016 :** L'Irba participe avec l'armée de l'Air au développement d'une capacité de transport aérien de patients hautement contagieux (projet Pégase).

# TERRE ET AUTRES CÉLESTES CORPS SOUS PROTECTION !

## LE DEVOIR DE PROTECTION PLANÉTAIRE

Michel Viso, Docteur Vétérinaire

Mars, la Lune, Encelade, Europe ou Titan autant de corps célestes que les sondes terriennes explorent. Les scientifiques, les ingénieurs et les agences travaillent aux futures missions de récupération d'échantillons pour en rapporter dans nos laboratoires. Est-ce bien raisonnable ? Est-ce sans danger pour la Terre ? Les différents comités qui s'occupent de par le monde de Protection Planétaire veulent répondre à ces questions !

### A la recherche de la Vie

L'exploration des corps célestes depuis maintenant deux décennies cherche à détecter des traces de formes de vie passées ou peut-être contemporaines sur Mars ou dans d'autres niches dans le système solaire. Les instruments qui analysent des échantillons sur place, *in situ*, sont de plus en plus sensibles. La recherche des traces chimiques d'une activité biologique ou d'une chimie complexe qui aurait pu conduire à l'apparition d'un métabolisme ne doit pas détecter des traces qui proviendraient d'une contamination biologique ou chimique terrestre. Cette contrainte impose des niveaux de propretés biologiques et chimiques drastiques tant des sondes envoyées que des instruments utilisés.

### Protégeons la Terre

Les scientifiques ont bien conscience que cette exploration n'est pas suffisante et quel que soit le niveau de sophistication atteint par les instruments utilisés

in situ, le retour d'échantillons sur Terre sera le seul moyen, *in fine*, pour identifier et caractériser une forme de vie extraterrestre éventuellement présente au sein d'un objet de notre système solaire.

L'importation éventuelle d'une telle forme de vie est-elle sans danger pour la Terre et surtout pour sa biosphère ? Aucun gouvernement, aucune agence spatiale, compte tenu des traités spatiaux en vigueur, ne se risque à répondre par l'affirmative à une telle question. Le « Traité sur les principes régissant les activités des États en matière d'exploration et d'utilisation de l'espace extra-atmosphérique, y compris la Lune et les autres corps célestes », plus connu sous le nom générique de Traité de l'Espace (en vigueur depuis 1967), stipule dans son article VII que les États sont responsables des dommages que causeraient leurs engins spatiaux et dans son article IX précise qu'il est nécessaire de procéder « à leur exploration (des corps célestes) de manière à éviter les effets préjudiciables de leur

contamination ainsi que les modifications nocives du milieu terrestre résultant de l'introduction de substances extraterrestres et, en cas de besoin, ils prendront les mesures appropriées à cette fin. »

### PROTECTION PLANÉTAIRE : UN SURCÔÛT DE 10 À 15 %

Très rapidement après la ratification du traité, un organisme scientifique international, le « Comité pour la recherche spatiale » (COSPAR) s'est chargé de décliner les exigences de l'article IX en recommandations concrètes qui prennent en compte les particularités de chaque mission et de chaque corps céleste exploré. Ces recommandations sont citées en référence par les législations de différents pays comme les États-Unis ou la France et par la réglementation d'un organisme intergouvernemental comme l'Agence Spatiale Européenne. En fait les activités spatiales sont largement internationales et le COSPAR sert de forum avant que les agences spatiales ne mettent en place les mesures adaptées. Concrètement, il est courant d'estimer l'impact de la protection planétaire à 10 ou 15 % du coût d'une mission d'exploration du système en relation avec l'exobiologie.

### ATTENTION À L'EAU

Les corps célestes explorés, leurs régions les plus intéressantes pour les exobiologistes notamment, ont souvent connu des épisodes pendant lesquels de l'eau a été présente sous forme liquide. Cette eau peut avoir disparu (Mars), ou être encore présente à l'état liquide, sous des couches de glace (Europe, Ganymède, Titan, Encelade). Les sondes ne doivent pas apporter dans ces zones des micro-organismes terrestres qui pourraient s'y multiplier, masquer éventuellement la présence de micro-organismes autochtones et en tout cas compromettre définitivement la recherche d'une forme de vie extraterrestre à la surface des planètes ou au sein de leurs réservoirs hydriques.

## Une difficile mission !

Le retour d'échantillons martiens sur Terre, plusieurs fois repoussé, demeure le projet le plus emblématique pour la protection planétaire. Le projet Mars 2020 de la NASA, dans lequel la France est impliquée, et sa suite éventuelle remettent ce retour d'échantillon dans l'actualité. Le scénario de mission, les engins, instruments et procédures doivent garantir que tout contact entre la biosphère terrestre et les échantillons martiens seront évités avant que ces derniers ne soient déclarés sans danger ou stérilisés. D'un autre côté, la communauté scientifique veut étudier sur Terre des échantillons « vierges » de toute altération. Tout commence donc sur Terre avec au départ une sonde dont tous les éléments qui seront envoyés vers Mars seront indemnes de toute pollution organique et de toute contamination microbienne terrestre. Une trentaine d'échantillons d'une dizaine de grammes seront recueillis dans des tubes d'une propreté irréprochable qui seront scellés puis stockés dans une capsule de retour, elle-même scellée et totalement étanche. Le trajet de retour vers la Terre sera assuré par un vaisseau spatial qui sera sur une trajectoire d'évitement de la Terre. Elle ne sera infléchie qu'après que l'étanchéité du conteneur des tubes d'échantillons aura été testée et attestée. La capsule de rentrée atmosphérique devra garantir sa résistance et la préservation de l'étanchéité lors d'une entrée balistique sur Terre (sans freinage motorisé ni par parachute).

## Vers une longue quarantaine

Dès son arrivée la capsule sera transportée vers un laboratoire de réception, construit ou adapté spécialement, qui combine le confinement d'un laboratoire de haute sécurité biologique (niveau de confinement 4) et la propreté d'une unité de fabrication de puces électroniques. Arrivée dans ce laboratoire (dont les spécifications sont encore en discussion au COSPAR, aux USA et en Europe) la capsule sera ouverte dans des boîtes à gants par des opérateurs en scaphandre. Les échantillons seront extraits, observés, iden-



Récupération de la capsule japonaise Hayabusa rapportant les échantillons de l'astéroïde Itokawa dans la réserve de Woomera en Australie (crédit JAXA)

Les échantillons lunaires américains comme les astronautes qui revenaient de la Lune ont été les premiers et les seuls à subir une quarantaine. La mesure a été levée après la troisième mission. Les échantillons lunaires soviétiques n'ont pas été, à notre connaissance, soumis à une telle mesure. Les grains cométaires collectés par la mission Stardust de la NASA et les quelques grains de l'astéroïde Itokawa rapportés par la sonde Hayabusa de la JAXA ont été dispensés de quarantaine car ils provenaient d'objets qui n'avaient connu à aucun moment de leur évolution la présence d'eau liquide et ne pouvaient pas héberger de forme de vie.

tifiés, distribués en aliquotes. La moitié de chaque échantillon sera placée dans des conditions de stockage qui en préservent l'aspect virginal pour les générations futures. Quarante pour cent seront placés en curation pour être distribués aux scientifiques à la fin de la quarantaine. Enfin dix pour cent de chaque échantillon seront caractérisés par les géologues, les chimistes puis utilisés par les biologistes et les biochimistes pour la recherche de traces de vie ou éventuellement d'entités métaboliques susceptibles de se diviser ou d'altérer de façon transmissible la vie terrestre que nous connaissons (recherche d'un danger biologique). Ces différentes opérations sont censées durer environ six mois. Elles peuvent se faire dans le laboratoire de réception mais aussi dans d'autres laboratoires dédiés présentant les mêmes conditions de sécurité. Le CNES avec le CNRS a investi dans la conception d'un système de transport de tels échantillons dans des conditions de confinement et

de sécurité compatible avec les exigences internationales.

## Conclusion

Le retour d'échantillons martiens n'est pas encore réellement engagé que les débats commencent autour de retour d'échantillons de glace d'Europe ou d'Encelade. La saga continue donc mais la protection de notre écosystème terrestre face à des menaces inconnues même improbables demeure une priorité de la communauté spatiale. ☺



**Michel VISO,**  
Docteur Vétérinaire.  
Responsable de  
l'Exobiologie au  
CNES.

Michel Viso a rejoint le CNES comme spationaute en 1985 et a travaillé pour le projet Rhésus jusqu'à son abandon par la NASA en 1993. Devenu responsable d'expériences menées avec les États-Unis et la Russie, il a été impliqué dans la protection planétaire dès 1999 pour la préparation d'un retour d'échantillons martiens. Il a pris la responsabilité de l'Exobiologie au CNES en 2004.

# LA MENACE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE SUR LES RÉSEAUX D'EAU POTABLE

## QUELLE RÉPONSE POUR L'OPÉRATEUR ?

Christophe Perrod et Franck Galland

L'aquaterrorisme vise à la contamination de réservoirs d'eau potable par des agents chimiques ou biologiques, ainsi que de sabotages sur des points névralgiques. Mais qu'en est-il exactement et où le curseur de la menace se situe-t-il aujourd'hui précisément ?

**N**'en déplaise aux apprentis terroristes, qui recherchent toujours un caractère innovant à leur acte criminel afin de satisfaire leur besoin d'exister et de s'assurer un maximum de couverture médiatique, une atteinte à l'eau recèle bel et bien un caractère de déjà vu.

### Des antécédents historiques

Sans vouloir trop se pencher sur l'Histoire (car les exemples y sont nombreux), celle-ci montre que l'eau et les ouvrages hydrauliques ont été très tôt des cibles privilégiées d'actions visant à les polluer ou à les détruire<sup>1</sup>.

En 430 avant JC, dans la deuxième année de la guerre du Péloponnèse, Sparte fut ainsi accusée d'avoir intentionnellement pollué les réservoirs de la ville d'Athènes ; vraie raison ou simple cause d'accélération de l'épidémie de peste qui sévissait alors en ville.

Au temps des Croisades, en 1187, Saladin eut également raison des chevaliers chrétiens en polluant systématiquement les puits sur leur chemin et en détruisant les villages maronites qui auraient pu ravitailler les Croisés en eau.

Alors que nous commémorons son centenaire, lors de la Première Guerre Mondiale, bien loin des champs de bataille de Champagne et de l'Argonne, les troupes allemandes allaient, dans leur retraite, systématiquement polluer les réservoirs de la ville de



Le SERVO, nouveau centre de pilotage en temps réel du SEDIF également PC de crise

Windhoek en Namibie, alors capitale de l'Empire colonial allemand en Afrique australe. D'autres cas ont été notables durant le second conflit mondial, tout comme lors des guerres dites de « libération » qui ont été, des années 50 jusqu'à la chute du mur de Berlin, le miroir des affrontements Est/Ouest.

Mais, ce sont des mouvements sectaires qui se sont en fait les plus intéressés à l'eau en tant que source de contamination, ce dans les années 70 et 80.

En 1970, les *Weathermen*, un collectif américain de la gauche radicale se procurait des agents biologiques et chimiques afin de contaminer l'eau potable de centres urbains américains en guise d'opposition à la guerre du Viêt-Nam. En 1972, deux membres du groupe extrémiste *The Order of the Rising Sun* étaient arrêtés en possession de 40 kg de culture typhoïde destinée à être déversée dans les réseaux d'eau de Chica-

go et de Saint-Louis. En 1973, en RFA, un biologiste affirmait de son côté vouloir contaminer l'eau potable du pays à l'aide du bacille du charbon et de la toxine botulique, s'il ne recevait pas l'équivalent de 8,5 millions de dollars. Chantage criminel ou déstabilisation orchestrée par les services de la Stasi de l'ex-RDA, la justice ouest-allemande n'a jamais su. Fait bien réel en revanche, en 1984, des membres de la secte *Rajneesh* versaient des salmonelles dans les réservoirs d'eau de la ville de Dalles en Oregon contaminant 750 habitants. Enfin, après l'utilisation de sarin dans le métro de Tokyo en 1994, les services de sécurité japonais ont montré que le plan de la secte *Aum* qui avait perpétré cette attaque chimique ayant occasionné douze morts et une cinquantaine de blessés graves, visait, en plan A, à contaminer les réseaux d'eau de Tokyo avec de la toxine botulique.

<sup>1</sup> Voir à ce sujet article de Franck Galland sur les « Violences faites à l'eau » dans Dictionnaire des violences, Michaela Marzano, Presses Universitaires de France, 2010.



SEDIF - usine de Méry sur Oise - 340.000 m<sup>3</sup>/j - vue d'ensemble.

Enfin, depuis les années 90, c'est la violence politique extrême qui porte un intérêt à l'eau. En 1992, des membres du Parti des travailleurs Kurdes (PKK) déversent du cyanure de potassium dans des réservoirs alimentant une base aérienne d'Istanbul. En 2003, c'est un groupe extrémiste *Afrikaner* qui envisageait de polluer les réservoirs d'eau traitée alimentant Soweto, avec du tétranium, un pesticide surpuissant utilisé notamment pour désherber les voies de chemin de fer.

Si *Daech* et d'autres mouvances radicales islamistes s'en prenaient ainsi aux réseaux d'eau potable occidentaux, après l'avoir fait en Syrie sur de l'eau brute en polluant les sources avec des hydrocarbures visant à priver encore récemment la ville de Damas en eau<sup>2</sup>, les djihadistes seraient sans doute fort déçus de s'apercevoir que l'idée n'est pas nouvelle et qu'elle ne vient absolument pas d'eux.

### La prise en compte de la menace par l'opérateur

Pour les opérateurs d'eau la menace n'est également pas d'hier. D'abord, parce que l'opérateur a pour ADN le suivi sanitaire de la qualité d'eau, tant celle de l'eau brute, que celle de l'eau qu'il produit et distribue ensuite dans le réseau. Ensuite, parce que des obligations lui rappellent sans

cesse ses devoirs. Grand pays en matière de règles et de règlements, la France n'a pas attendu les attentats qui ont endeuillé son sol en 2015 et 2016 pour penser la protection des infrastructures critiques, dont l'eau est l'une des composantes essentielles à la vie de ses citoyens et à l'économie de ses entreprises.

Suite au décret relatif à la sécurité des activités dites d'importance vitale du 23 février 2006, un certain nombre d'obligations sont nées pour les opérateurs en eau potable, qu'ils soient publics ou privés. Classés pour certains en tant qu'opérateurs d'infrastructures vitales (OIV), ils ont dû se conformer à une Directive Nationale de Sécurité applicable à leur secteur. Celle-ci a défini les mesures planifiées et graduées en matière de vigilance, de prévention, de protection et de réaction contre toute menace, notamment à caractère terroriste. Cette DNS a été récemment remodelée pour mieux prendre en compte une échelle nouvelle de risques. Si la précédente avait obligé les OIV à réfléchir et à rédiger des plans particuliers de protection par installations vitales, ceux-ci visaient principalement la protection des usines de production et des principaux réservoirs. La nouvelle DNS étend en particulier le principe de vulnérabilité à l'ensemble du réseau de distribution et multiplie le nombre de risques à prendre en

compte, dont le scénario d'une pollution intentionnelle avec des agents pathogènes de la menace terroriste.

Ce dispositif vient compléter les dispositions valables pour toute installation de production et unité de distribution d'eau desservant une population de plus de 10 000 habitants. Selon l'Art. R 1321-23 du Code de la Santé Publique datant de 2007, la personne responsable de la production et de la distribution d'eau (PRPDE, désignant le gestionnaire du réseau public) se doit en effet de réaliser régulièrement une étude caractérisant la vulnérabilité de ses installations de production et de distribution d'eau vis-à-vis des actes de malveillance et doit transmettre celle-ci au Préfet de son département, selon les modalités fixées par un arrêté des ministres chargés de l'intérieur et de la santé. Cette étude est à effectuer tous les 5 ans.

2007 est venu renforcer les devoirs d'anticipation et de réponse en cas de contamination intentionnelle d'origine chimique ou biologique.

Il est ici question pour l'opérateur d'être en mesure d'alerter les autorités en cas de défaillance de façon à activer le plan ORSEC départemental, et plus particulièrement ses dispositions spécifiques « alimentation en eau potable ». Il revient également à l'opérateur, en régie ou en délégation de service public, d'élaborer un plan interne >

<sup>2</sup> « Syrie : Damas sans eau depuis trois jours », *Le Figaro*, 25 décembre 2016.



Nanofiltration à l'usine de Méry sur Oise.

permettant une continuité de service à minima, tout en tentant de rétablir le plus rapidement possible une distribution de qualité. C'est sans doute ici que le challenge d'une réponse efficace à une pollution-réseau se pose et que la marge de progression est la plus grande.

### La réponse de l'opérateur en cas de pollution chimique ou bactériologique

Pouvoir répondre efficacement à une pollution-réseau induit une démarche d'anticipation. Celle-ci passe par une analyse rigoureuse de retours d'expérience, un état de la connaissance des moyens de dépollution-réseaux existants en fonction des agents pathogènes qui auront été introduits (intentionnellement ou accidentellement), ainsi qu'une planification des moyens de secours aux populations, et plus spécifiquement aux clients sensibles, qui se verraient ainsi privés d'eau courante.

En matière de pollution-réseau, les retours d'expérience ne sont fort heureusement pas si nombreux, mais ils s'avèrent tous très riches d'enseignements. En France, il est cependant à dénombrer environ une dizaine de crises sanitaires par an, même si celles-ci sont bien gérées d'un point de vue technique et médiatique, et passent donc relativement inaperçues.

Néanmoins, la crise rencontrée en septembre 2015 par l'agglomération

de Laval a pu difficilement échapper aux écrans radar. L'exemple est à méditer, notamment sur les problématiques logistiques et matérielles qui se posent quand il est question de l'activation d'un secours aux populations et aux clients sensibles que sont les hôpitaux, les centres de dialyse, les maisons de retraite... Pendant 4 jours, 90 000 habitants ont en effet été privés d'eau potable à la suite d'un problème technique rencontré dans une usine de traitement. Pour une raison non élucidée, une fibre optique qui relie une station de pompage à l'usine de traitement d'eau, a été dans l'incapacité de transmettre une information quant à l'arrivée d'eau brute dans le réseau de l'agglomération, sans l'étape indispensable de traitement préalable, rendant ainsi l'eau distribuée impropre à la consommation.

Mais l'exemple le plus criant en terme d'ultime secours à plus de 10 000 habitants est celui qui a marqué les esprits en Finlande. A Nokia, collectivité bien connue pour ses téléphones portables, en novembre 2007, de l'eau potable a été mélangée par erreur à de l'eau usée suite à un problème sur le réseau d'une station d'épuration. 450 m<sup>3</sup> d'eau usée ont ainsi été injectés par erreur dans le réseau AEP depuis une station d'épuration. Après les premières plaintes de consommateurs en

raison du goût et de l'odeur de l'eau au robinet, une épidémie de gastro-entérite s'est déclenchée impliquant 8 451 cas, entraînant une consultation médicale pour plus de 1 000 personnes, dont 200 furent hospitalisées dans un état sérieux<sup>1</sup>.

Durant toute la durée de la crise, qui a pris quatre mois avant un retour à la normale de la distribution, une stratégie d'ultime secours a été déployée en urgence. Rien n'avait en fait été planifié dans l'éventualité d'un tel scénario. 18 centres de distribution furent mis en place, ainsi qu'un circuit de livraison par camion-citerne chez les particuliers et pour les établissements de santé. Ce sont ainsi 700 000 litres d'eau en bouteille et 5 millions de litres d'eau traitée en containers qui furent distribués, avec des populations venant se ravitailler via des jericans, par moins quinze degrés, au coeur d'un hiver particulièrement rigoureux.

« LES CLIENTS SENSIBLES QUE SONT LES HÔPITAUX, LES CENTRES DE DIALYSE, LES MAISONS DE RETRAITE... »

Le premier des enseignements de ces crises passées est, qu'à l'échelle d'un territoire comme celui desservi par le Syndicat de Eaux d'Île-de-France, ou d'une agglomération plus modeste, l'ultime secours ne s'improvise pas et doit être pensé et organisé avec les moyens nécessaires : rampes de distribution, citernes rigides, camions-citernes... comme le font assez bien les Britanniques qui ont su mutualiser leurs moyens d'urgence opérationnelle entre plusieurs opérateurs d'eau potable.

<sup>1</sup> « A Scandinavian emergency for drinking water network contamination : the Nokia case », Ilkka Miettinen. National Institute for Health and Welfare, Finland. 13/10/10.

Le scénario d'une contamination volontaire des réseaux avec des agents pathogènes de la menace rendra assurément encore plus compliquée la phase d'ultime secours aux populations, car au delà de la distribution d'eau consommable en vrac ou en bouteille, il faudra également déployer une communication de crise efficace et pertinente pour tenter de rassurer les abonnés et leur délivrer une information validée sur la nature des polluants incriminés. Car en période de crise, les pires ennemis que sont rumeur et désinformation ne manqueront pas d'apparaître en cas d'une atteinte chimique ou bactériologique du réseau de distribution. Pour mieux s'en convaincre, il n'est à voir l'impact qu'ont eu de fausses rumeurs, relayées par les réseaux sociaux, sur le caractère non-potable de l'eau, lors des inondations qui ont touché le Loiret fin mai/début juin 2016, pour s'apercevoir que l'opérateur d'eau est à ce jour encore peu outillé pour détecter ces informations malveillantes et y répondre efficacement par une communication 2.0.

Par ailleurs, en cas d'atteinte au réseau, il est utile « en temps de paix » de se poser les bonnes questions sur la manière dont il serait possible de nettoyer les conduites touchées, après les manoeuvres initiales d'isolement et de cloisonnement.

C'est dans ce domaine que la préparation de l'opérateur doit se parfaire pour savoir ce qui doit être entrepris après diagnostic initial. Ce diagnostic interviendra d'abord à partir des données qui remonteront du réseau grâce aux capteurs qui y sont installés. Un changement de paramètre (variations du chlore résiduel, des indicateurs de température, de turbidité...) traduit en effet une activité anormale de la qualité d'eau à laquelle il convient de répondre par un prélèvement destiné à une analyse circonstanciée en laboratoire. Une fois les résultats connus, si un agent pathogène de la menace terroriste est bien confirmé par un laboratoire de référence Biotox-Piratox de la

zone de Défense, il s'agira d'expertiser la manière de dépolluer le réseau qui aura été au préalable isolé. La pollution rencontrée sera en effet à traiter selon la nature du polluant et l'étendue de sa contamination, que celle-ci soit à l'échelle d'une rue, d'un quartier ou d'une ville toute entière, si l'eau contaminée a eu le temps de se propager.

### « LES PIRES ENNEMIS QUE SONT RUMEUR ET DÉSINFORMATION »

D'où la nécessité de préparer le plus en amont possible la réponse à ce type de scénarios en rédigeant un Plan d'Opération Interne destiné à répondre aux cas de pollutions intentionnelles sur le réseau. Ce POI a notamment pour objectif de penser les modes de réponse techniques en matière de dépollution du réseau (purge, chloration choc, condamnation pure et simple des conduites...) et la gestion des effluents contaminés, en fonction de l'agent pathogène qui aura

été détecté, que celui-ci soit d'origine chimique (organique ou inorganique) ou bactériologique. Cette nécessaire préparation opérationnelle passe par une meilleure connaissance des agents possibles de la menace terroriste en fonction de leur létalité, de leur principe de dilution...

Elle se traduit également par la pratique d'exercices de crise qui visent à tester les moyens et les procédures de détection de polluants, ainsi que la gestion des interfaces entre opérateurs et services de l'Etat. C'est ce que le SEDIF a souhaité mettre en pratique avec son délégué, Veolia Eau d'Ile-de-France, avant la tenue de COP 21. En partenariat avec les services de l'Etat, et en particulier avec le Détachement Central Interministériel (DCI) qui coordonne la réponse régaliennne en matière de lutte contre les risques nucléaires, radiologiques, bactériologiques et chimiques, un exercice de grand ampleur s'est tenu en simulant une pollution du réseau visant la zone qui allait accueillir la conférence internationale sur le climat. Cette première en Ile-de-France, mais également sur le territoire national, allait être très riche d'enseignements pour pouvoir encore mieux répondre à ce type d'éventualité. ☺



**Christophe PERROD,**  
Directeur général  
des services  
techniques du  
SEDIF<sup>1</sup>

Christophe Perrod (X-IPEF) a consacré sa carrière à l'eau potable et à l'assainissement, dont 5 ans directeur-adjoint de l'agence de l'eau Rhin-Meuse, 11 ans au sein du groupe Suez à différents postes opérationnels en France et en Argentine, et 7 ans entrepreneur (diagnostics structurels de grands réseaux d'assainissement). Il est également président de l'Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement.

<sup>1</sup> Syndicat des Eaux d'Ile de France, présidé par André SANTINI. Le SEDIF est la plus grande autorité organisatrice française en matière d'eau potable (150 communes, 4,5 millions d'habitants autour de Paris).



**Franck GALLAND,**  
Directeur de  
Environmental  
Emergency &  
Security Services,  
(ES)<sup>2</sup>

Franck Galland a été directeur de la sûreté de Suez Environnement et dirige (ES)<sup>2</sup> cabinet d'ingénierie-conseil spécialisé en résilience urbaine qui conseille notamment le SEDIF sur les questions de sûreté et de gestion de crise. Spécialiste des questions sécuritaires liées aux ressources en eau, il est Chercheur associé au sein de la Fondation pour la Recherche Stratégique. Auteur d'une quarantaine d'articles sur la vulnérabilité des infrastructures critiques parus dans des revues de défense et de relations internationales, son dernier ouvrage, publié en mars 2014 chez CNRS Editions, est intitulé : « Le Grand Jeu. Chroniques géopolitiques de l'eau ». F. Galland est par ailleurs Expert Eau auprès du Ministère de la Défense.

# LA SANTÉ ANIMALE SOUS HAUTE SURVEILLANCE !

## MISSIONS ET ACTIVITÉS DES LABORATOIRES NATIONAUX DE RÉFÉRENCE

Claire Ponsart, *Vétérinaire*

Quel lien entre santé animale et santé humaine ? Du virus Zika à celui de la grippe aviaire, les nouvelles émergences virales ont souvent fait la une des journaux ces derniers mois. Au cœur du dispositif sanitaire, les laboratoires nationaux de référence (LNR) œuvrent au quotidien pour la maîtrise de la santé publique vétérinaire : confirmation des cas et foyers détectés sur le territoire, développement et standardisation des réactifs et tests de diagnostic, sans oublier la surveillance des agents pathogènes identifiés.

**L**es services de contrôle du ministère en charge de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt s'appuient sur un réseau de laboratoires officiels, constitué principalement par les laboratoires nationaux de référence (LNR) et les laboratoires d'analyses agréés :

- les laboratoires agréés réalisent les analyses officielles en santé animale, en hygiène des aliments et en santé des végétaux. Il s'agit, à titre principal, des laboratoires vétérinaires départementaux (LVD), agréés pour les analyses des programmes de surveillance et de dépistage. Lorsqu'une nouvelle méthode officielle est publiée pour un type d'analyse donné, les laboratoires agréés pour ce type d'analyse disposent d'un délai de dix-huit mois à dater de la publication pour obtenir l'accréditation relative à cette méthode. Les coordonnées des laboratoires agréés en santé animale sont disponibles sur le site du ministère : <http://agriculture.gouv.fr/laboratoires-agrees-et-methodes-officielles-en-sante-animale> ;

- les LNR sont spécialisés dans un ou plusieurs domaines de compétences. Ils assurent la mise au point et la diffusion de méthodes, la formation technique des laboratoires de terrain, l'organisation d'essais inter-laboratoires, la diffusion de réactifs certifiés, la confirmation de résultats, etc. L'Anses possède onze laboratoires implantés sur tout le

territoire, qui exercent leurs activités dans trois grands domaines : santé et bien-être des animaux, sécurité sanitaire des aliments et santé des végétaux ([www.anses.fr/fr/rubrique\\_laboratoire](http://www.anses.fr/fr/rubrique_laboratoire)).

### RETOUR D'EXPÉRIENCE SUR LE TRAVAIL À L'ANSES

Dans mes activités quotidiennes au sein du Laboratoire de santé animale de l'Anses, j'apprécie la diversité des missions qui nous sont confiées : il s'agit en premier lieu de suivre les suspicions en lien étroit avec les laboratoires agréés, le ministère de l'Agriculture, et parfois l'Agence nationale de santé publique pour les foyers zoonotiques. Développer de nouveaux outils applicables au diagnostic est un autre challenge motivant. Dans notre unité, les activités liées aux agents de la menace biologique nous ouvrent des collaborations très porteuses avec plusieurs services du ministère de la Défense. Les missions d'expertise collective et la réalisation d'investigations (appelées « appui technique et scientifique » ou « saisine ») sont aussi très enrichissantes : elles consistent à synthétiser des connaissances, réfléchir sur les stratégies de contrôle et de lutte applicables en santé animale et proposer des recommandations basées sur une réflexion et une démarche scientifique. Enfin, le volet international offert par l'animation de réseaux de laboratoires européens et internationaux (FAO/OIE) permet une ouverture sur d'autres équipes, d'autres contextes : dans ce cadre, nous organisons des formations, des séminaires regroupant les LNR de plusieurs pays et nous participons à plusieurs projets de recherche multipartenariaux. Bref, tout un programme pour s'épanouir au quotidien !

### La surveillance s'organise !

La surveillance épidémiologique en santé animale est la « méthode fondée sur des enregistrements permettant de suivre de manière régulière et prolongée l'état de santé ou les facteurs de risque d'une population définie, en particulier de déceler l'apparition de processus pathologiques et d'en étudier le développement dans le temps et dans l'espace en vue de l'adoption de mesures appropriées de lutte » (Toma et al, 2010. *Epidémiologie appliquée*, AEEMA éditeur, 600 p.). Plusieurs textes européens encadrent la surveillance en santé animale. Depuis plus de 50 ans, la directive 64/432/CEE modifiée fixe les exigences de police sanitaire applicables aux échanges intra-communautaires d'animaux des espèces bovine et porcine. En 2016, le Parlement européen et le Conseil ont adopté une nouvelle législation sur les maladies animales transmissibles

(Animal Health Law, règlement UE 2016/429, 283 articles) qui prévoit de nouveaux outils de notification et surveillance des épizooties, incluant notamment une plus large utilisation des nouvelles technologies pour la surveillance des agents pathogènes, l'identification électronique et l'enregistrement des animaux. Ce texte sera applicable dans cinq ans dans tous les États membres de l'Union. Enfin, pour les maladies réglementées (comme la brucellose ou la tuberculose), des textes spécifiques nationaux décrivent les tests officiels et notifications des plans de lutte nationaux. Ces textes évoluent régulièrement en fonction du statut sanitaire du pays et des outils disponibles.

#### **Exemple: Surveillance et police sanitaire de la surveillance de la brucellose bovine**

La France est reconnue officiellement indemne de brucellose bovine depuis 2005 (décision CE/2005/764). Alors qu'aucun cas n'avait été détecté depuis 2003, deux cas de brucellose bovine ont été détectés en 2012 (l'un dans le Pas-de-Calais lié à l'introduction d'un bovin depuis la Belgique, l'autre dans le massif du Bary lié à la faune sauvage). Les modalités actuelles de la surveillance et de la lutte contre la brucellose bovine ont évolué avec le statut sanitaire de la France et un allègement des mesures s'est mis en place avec l'éradication de la maladie. Actuellement, la surveillance programmée (dite « prophylaxie collective ») repose sur la déclaration et l'investigation des avortements (signe précoce de la maladie), ainsi que sur un dépistage sérologique (sur sang ou lait de tank) annuel de l'ensemble des cheptels bovins (au moins 20 % des animaux de plus de deux ans). S'ajoutent une surveillance événementielle (déclaration obligatoire des avortements) et des contrôles à l'introduction d'animaux dans les exploitations, qui visent à s'assurer du statut « officiellement indemne » de la France (Arrêté du 22 avril 2008 modifié; Perrin et al., 2015. Bull. épidémiologique, 71 :12-16).

Au niveau national, une plateforme nationale de surveillance épidémiologique en santé animale réunit depuis 2011 les acteurs professionnels et gouvernementaux impliqués dans les filières animales, afin de participer à l'amélioration des dispositifs de surveillance, faciliter la centralisation des données sanitaires et contribuer à l'analyse de ces données.

#### **Développement d'outils: les approches moléculaires en plein essor.**

À ce jour, des données de séquençage couvrant l'intégralité du génome de plusieurs centaines de souches sont accessibles dans les bases de données publiques et ceci pour de nombreux agents pathogènes. De telles données permettent de caractériser de façon très discriminante les souches circulant sur le territoire et leur évolution. Récemment, le projet « Franthraxis » s'est intéressé à

Bacillus anthracis, avec le séquençage de 120 souches de la collection Anses. Les données produites ont été déposées dans les archives publiques (Girault G et al., 2014. BMC Genomics, 15: 288). Les travaux réalisés ont permis d'identifier des marqueurs spécifiques des sous-lignées présentes en France et de développer un outil de typage utile pour investiguer l'apparition de nouvelles souches, d'identifier les souches les plus proches et d'en préciser l'origine. Récemment, une analyse phylogénétique a été réalisée dans le cadre d'un appui scientifique et technique demandé par le ministère de l'Agriculture, suite à un épisode de fièvre charbonneuse en Moselle, au cours de l'été 2016 (6 élevages, 30 bovins morts entre le 16 juillet et le 27 août, 6 communes touchées). La diversité génétique des souches de cette région est encore mal connue (seules quelques souches de Moselle sont

présentes dans la collection). Le séquençage de 5 souches (issues de 5 élevages) a permis de montrer que les souches étaient très proches entre elles sur le plan génétique. Les souches isolées se positionnent sur une même branche de la lignée B.Br.CNE-VA. C'est la première fois que des souches isolées en France sont positionnées sur cette branche.

### *« LES LABORATOIRES DE RÉFÉRENCE DÉVELOPPENT DES OUTILS DE TYPAGE GÉNOMIQUE UTILISÉS POUR DES INVESTIGATIONS ÉPIDÉMIOLOGIQUES ET PHYLOGÉOGRAPHIQUES »*

Grâce à leurs missions d'expertise, de surveillance épidémiologique, d'alerte et d'assistance scientifique et technique, les LNR assurent un rôle essentiel dans la connaissance des dangers et la collecte des données issues des réseaux de laboratoires agréés. Avec le développement d'outils haut-débit, ces laboratoires ouvrent la voie à de nouvelles méthodes d'investigation, à la croisée des activités de référence, de la recherche appliquée au diagnostic et de l'épidémiologie moléculaire. ☺



**Claire PONSART,**  
Chef de l'unité  
des zoonoses  
bactériennes  
du laboratoire  
de Santé Animale  
de l'ANSES

Vétérinaire de formation, Claire PONSART est en charge des zoonoses bactériennes au Laboratoire de Santé Animale, à Maisons-Alfort, depuis 2014. Cette unité assure des missions de recherche et de référence dans les domaines de la brucellose, la chlamydie, la fièvre charbonneuse, la morve, la mélioiïdose, la tuberculose et la tularémie.

# H1N1

## CHRONIQUE D'UNE PANDÉMIE MONDIALE ANNONCÉE

François Hébert, ICA

Les pandémies grippales ont profondément marqué l'histoire sanitaire mondiale du XX<sup>ème</sup> siècle : La grippe espagnole (H1N1) de 1918-1919 (entre 40 et 100 millions de morts), celle asiatique (H2N2) de 1957 (3 millions de morts), celle de Hong Kong (H3N2) de 1968 (2 millions de morts).

L'émergence du virus H5N1, hautement pathogène, même si quasiment non transmissible d'homme à homme, en 1996, va mettre les autorités sanitaires mondiales sous vigilance extrême. Les autorités publiques travailleront à la mise en place de plans de prévention, pour le jour où une nouvelle pandémie arrivera...

Et, le 29 avril 2009, l'OMS sonne l'alerte générale : la planète est sous la menace d'une nouvelle pandémie grippale en provenance du Mexique. Un virus porcine (H1N1) a acquis la capacité de se transmettre de l'homme à l'homme.

Pour la première, et seule fois de son histoire à ce jour, la France va être confrontée à une crise sanitaire potentiellement majeure qu'elle voit arriver et va pouvoir, et surtout devoir, préparer.

J'étais alors directeur adjoint de cabinet de Roselyne Bachelot, en charge des crises sanitaires...

### Menace sanitaire mondiale

Les pandémies grippales sont considérées, par les experts, comme l'une des pires menaces sanitaires auxquelles l'espèce humaine peut être confrontée. L'émergence d'un nouveau type de virus, face auquel les défenses immunitaires sont démunies, lui confère une capacité de propagation exponentielle, doublée d'une proportion de cas graves potentiellement très élevée en fonction du caractère pathogène du virus. Cette mutation du virus semble devoir intervenir 3 fois par siècle environ...

En outre, la multiplication des échanges sur une planète mondialisée peut encore accroître la cinétique des épidémies, face à

laquelle les rythmes de production des vaccins sont notoirement insuffisants pour couvrir la population mondiale malgré d'intenses travaux préparatoires.

L'émergence chez les volailles du virus H5N1 chez les volailles, extrêmement pathogène, en Asie, à la fin des années 90, fit craindre aux autorités sanitaires mondiales l'imminence d'une nouvelle pandémie. Les plans de prévention se multipliaient, accompagnés de commandes massives de masques de protection et de pré-réservations de vaccins.

### 29 Avril 2009, l'alerte mondiale est déclenchée

L'OMS tire la sonnette d'alarme. Un nouveau virus H1N1 se propage rapidement au Mexique. Venant d'une grippe porcine, il a acquis une capacité de transmission interhumaine. **La planète va être confrontée à sa première pandémie du XXI<sup>ème</sup> siècle.**

Rapatrié d'urgence d'un week-end en province, je rejoins immédiatement la cellule de crise du ministère. Le début de longues semaines, de mois, d'une extrême intensité. Deux conférences de presse par jour, une réunion quotidienne de la cellule interministérielle de crise co-présidée par les ministères de la Santé et de l'Intérieur, suivie d'une réunion interministérielle sous l'égide de Matignon. Point de situation autour du Président de la République...

### Un plan de prévention national à adapter

Gérer, coordonner, communiquer, en situation de grande incertitude... Quelle sera la pathogénicité de ce virus qui semble se répandre très rapidement ? Les experts réunis



La grippe : un virus hautement mutant

autour de la ministre divergent. En quelques jours les États-Unis sont touchés. Un télégramme confidentiel des services au Mexique laisse entendre que les autorités locales minimisent l'ampleur du désastre et que certains hôpitaux ne peuvent plus fonctionner faute de médecins... Je n'aurai jamais l'explication de ce texte... Le Président demande que nous défendions l'interruption des vols en provenance du Mexique. Mesure sans doute contre-productive, puisque favorisant la dispersion du virus par comportement de contournement. Nous la défendons mollement à Luxembourg devant nos homologues européens.

Les employés des aéroports ne relèvent pas tous des mêmes ministères et les moyens de protection mis à disposition divergent. Certains menacent d'exercer leur droit de retrait...

Le premier cas importé est attendu avec fébrilité... Il finira par venir. Pris en charge depuis l'aéroport par ambulance sécurisée puis à l'isolement dans un service de médecine spécialisé en maladies infectieuses.



Expansion de la grippe H1N1 au 3 juillet.  
Une cartographie dynamique fournie par l'OMS

Les suivants le seront de la même façon. Renvoyer ces cas chez les médecins généralistes ? Tout simplement impensable dans un premier temps. Il faudra attendre fin juin et une meilleure connaissance de la gravité des cas pour lever l'opposition absolue des médecins. C'est dans ce contexte qu'il faut commencer à organiser la campagne vaccinale...

Dès le 4 mai, 6 jours seulement après l'alerte, GlaxoSmithKline (producteur du vaccin) m'appelle pour demander la position de la France en termes de commandes. Il n'y en aura pas pour tout le monde. Le Président américain vient d'annoncer qu'il prévoit de couvrir la totalité de la population US (à double dose, soit 600 millions de doses prévues). **C'est tout simplement la capacité mondiale de production de vaccins qui peut être préemptée!** Et la France a passé des pré-réervations, mais auprès de Sanofi-Pasteur et de Novartis, qui sont en retard en terme de développement par rapport à GSK... L'enjeu est majeur. La France qui a connu le sang contaminé, l'amiante, l'hormone de croissance, la canicule, le chikungunya à la Réunion, les accidents de radiothérapie d'Epinal et de Toulouse, **la France ne peut pas passer à côté d'un rendez-vous où elle peut enfin protéger sa population d'une crise sanitaire annoncée.** La réunion interministérielle qui décidera des 92 millions de doses succédera à une réunion, sur un tout autre sujet, de restriction budgétaire drastique en contexte post Lehman Brothers. Pour autant, l'arbitrage ne souffrira d'aucune contestation.

Reste à en organiser la logistique. Confier la vaccination aux médecins généralistes ? Quasiment impossible... Même s'ils l'ont beau-

coup reproché ensuite. Compliqué pour des raisons logistiques. Le vaccin sera livré en multi-doses et dans un premier temps au compte-gouttes. Très compliqué de répartir les précieux flacons sur plus de 50 000 médecins, souvent non équipés de frigos et de garantir leur utilisation optimale (séquences de 10 personnes à vacciner, faute de quoi une partie des doses se périmera en 48 h). Dangereux pour des raisons de sécurité. Comment demander aux médecins d'imposer l'ordre de vaccination ? De refuser l'adolescent de 16 ans quand sa petite sœur sera, elle, vaccinée car prioritaire ? Impossible lorsque le choix a été fait, en juin, des centres de vaccination, alors que les médecins refusaient alors de prendre en charge médicalement les quelques cas importés qui revenaient d'Amérique. Comment leur demander en sus de se mettre en perspective de vacciner en plein pic pandémique à l'automne ? L'histoire est toujours plus facile à réécrire *a posteriori*... Et la contestation légitime, mais objectivement induite.

### L'heure du bilan

Les médecins se sont sentis écartés et leur soutien à la vaccination amoindri. La France, pays de Pasteur et de Mérieux, reste l'une des nations les plus ambivalentes par rapport à cette avancée majeure en termes de santé publique. Les médias traditionnels quant à eux, ne résistent pas à la force des réseaux sociaux. Dispensateurs d'une information de qualité en début de crise, ils se sont progressivement fait l'écho de messages orientés et délétères sur le sujet sans que les autorités publiques ne parviennent à retrouver une crédibilité médiatique.

Gérer une crise d'ampleur nationale est peuplé de grandes et de petites histoires : compiler l'ensemble des fichiers des diverses caisses d'assurance maladie (une première en France) pour établir l'ordre de vaccination, mais devoir quasiment traiter à la main les personnels des crèches hautement prioritaires ; commander 92 millions de seringues stériles alors qu'il eût fallu pouvoir changer les aiguilles entre reconstitution des doses et

injections ; se rendre compte que les vaccins sont autorisés sous procédure européenne ce qui rend obligatoire la présence d'un médecin dans le parcours d'accueil des candidats à la vaccination, alors que les centres étaient initialement organisés sans, au regard des règles prévalant pour la grippe saisonnière habituelle ; utiliser par mesure d'économie le tarif lent de la poste pour les bons de vaccination et ne pas voir les bons arriver au rythme escompté pour coller à la livraison des vaccins, répondre en urgence aux demandes d'une monarchie du Golfe soucieuse de voir la famille royale vaccinée... Le catalogue des errements et anecdotes non prévus dans le plan national, mais malgré tout résolus, sont innombrables et pourraient occuper bien des soirées au coin du feu...

La pandémie grippale ne sera pas aussi sévère que certains le prévoient. Tous ceux qui ont contribué à sa gestion ne peuvent que s'en réjouir. C'est autant de vies sauvées.

Sa gestion aura été regardée au microscope : 2 enquêtes parlementaires, un contrôle de la Cour des comptes et une instruction par la brigade financière, classée sans suite, se sont penchés sur la question. Reste à espérer que les enseignements auront été tirés pour la suivante... Qui pourrait s'avérer plus sévère.

**La grippe H1N1 reste à ce jour l'évènement ayant conduit dans l'histoire de France au plus grand nombre de retombées médiatiques cumulées depuis la guerre d'Algérie.** ☺



**François HÉBERT,**  
ICA  
Directeur général délégué, Établissement Français du Sang (EFS)

François Hébert a occupé divers postes à la DGA avant de rejoindre le cabinet de la ministre de la Santé en mai 2007 en tant que conseiller, chef du pôle alerte sanitaires, et d'en être directeur adjoint en janvier 2009. Il a été directeur général adjoint de l'Agence française de sécurité des produits de santé. Depuis le 1er décembre 2016, il est directeur général délégué de l'EFS.

# LE DÉTACHEMENT CENTRAL INTERMINISTÉRIEL D'INTERVENTION TECHNIQUE (D.C.I-I.T)

L'ANTITERRORISME CONTRE LES MENACES NRBC-E

L'échelon permanent de direction et de coordination du D.C.I-I.T

Créé en 1995 et basé à Bièvres (Essonne), le D.C.I-I.T est placé sous l'autorité d'emploi du ministre de l'intérieur ; l'unité est directement rattachée au cabinet du directeur général de la police nationale pour sa mise en œuvre. Ses missions et ses composantes ont considérablement évolué sur la base d'un décret du Premier Ministre du 14 janvier 2010 et des différents textes gouvernementaux sur les domaines NRBC-e.

**A**cteur incontournable dans l'application du plan gouvernemental NRBC et des scénarios de menace, cette structure qui regroupe les experts du domaine NRBC-e développe son expertise et ses savoir-faire scientifiques et techniques dans la prévention des actes de terrorisme de nature NRBC-e et assure en situation de crise, le traitement sur tout engin ou situation susceptible de présenter une menace.

En cas de déploiement, la conduite des opérations techniques est assurée par le chef du D.C.I-I.T, sous la direction du représentant territorialement compétent de l'État, de l'autorité militaire compétente ou de l'autorité judiciaire. Afin de lutter efficacement contre la menace terroriste non conventionnelle, le D.C.I-I.T fait preuve d'adaptation constante. Dirigée par un commissaire divisionnaire, la structure de direction de coordination est composée d'officiers, de gradés et gardiens de la Police Nationale. Il bénéficie de moyens techniques performants pour faire face à une crise de nature NRBC-e et notamment d'équipements de détection, d'analyse, de radiographie, de confinement, de démantèlement, d'intervention et de décontamination d'urgence.

Ses missions concernent tout d'abord l'intervention technique sur tout engin susceptible de libérer de l'énergie nucléaire ou de contenir des matières ou des agents de nature nucléaire, radio-

logique, biologique ou chimique dangereux pour les personnes, les biens ou l'environnement. Elle peut nécessiter des phases de recherche et localisation, de diagnostic et d'analyse, d'évaluation des conséquences, de confinement et de neutralisation.

Des exercices sont régulièrement organisés pour tester les procédures et accroître l'efficacité des personnels.

Son assistance technique à tout service de police, de gendarmerie ou de douane est une mission essentielle avec les capacités de ses composantes, en matière de soutien et d'orientation, dans le cadre d'une enquête judiciaire portant sur la détention ou le trafic de matières ou d'agents de nature NRBC-e, notamment dirigée par un magistrat anti terroriste. Cette mesure d'assistance est également engagée pour tout service civil ou militaire, confronté à une menace d'attentat de nature NRBC-e.

## LA SÉCURISATION DES GRANDS ÉVÉNEMENTS

La mise en sécurité des bâtiments, hôtels, véhicules, courriers est assurée par des équipes de chercheurs spécialisés et la mise en œuvre de moyens de détection spécifiques NRBC, fixes ou mobiles, intégrant notamment divers dispositifs : balises de détection radiologiques, cartographie radiologique par véhicule terrestre ou moyen aérien, prélèvements d'air et analyses...

Le D.C.I-I.T se voit confier la sécurisation NRBC-e de la plupart des grands événements sensibles. L'année 2015 comprenait le sommet Caraïbes sur le climat et la COP 21, puis en 2016, l'Euro 2016 de football ainsi que plusieurs sommets bilatéraux et commémorations lors du centenaire de la première guerre mondiale ainsi que la visite de sa sainteté le Dalaï Lama. La sécurisation du championnat du monde de handball 2017 qui s'est déroulé en France, courant janvier 2017 a suscité son activation et sa préparation.



La sécurisation des grands événements (politiques, sportifs, culturels, etc...) est une mission qui est montée en puissance ces dernières années. Lors d'événements majeurs, le D.C.I-I.T est systématiquement sollicité pour assurer la sécurisation NRBC des sites concernés. Ce travail est réalisé en coordination avec l'unité de coordination des grands événements (UCGE), le service de la protection (SDLP) et le service de déminage local (cf. encadré)

### L'HARMONIE D.C.I-I.T / R.A.I.D – F.I.P.N

Le D.C.I-I.T entretient des liens particuliers avec le R.A.I.D et ses dix antennes, ainsi que la Force d'Intervention de la Police Nationale [F.I.P.N], en raison de son implantation et de leur histoire commune. Il exerce un rôle de conseil et l'expertise d'appui d'intervention sur zone de crise majeure à vocation NRBC-e. Il assure la formation initiale et continue des opérateurs dotés d'équipements spécifiques à ce type de mission ainsi que l'organisation des exercices et entraînements.



### COMPONENTES ET PARTENARIATS DU D.C.I-I.T

- . Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives/Direction des applications militaires
- . Direction générale de l'armement-Pôle Maîtrise NRBC
- . Laboratoire central de la préfecture de police de Paris
- . ForMiSC/Formations militaires de la sécurité civile (D.G.S.C.G.C)
- . Bureau du déminage de la sécurité civile (D.G.S.C.G.C)
- . Groupe central d'intervention Nedex (G.C.I.N)
- . Unité CONSTOX/constatations en milieu toxique/ Direction centrale de la police judiciaire
- . C2NRBC/Cellule nationale NRBC de la Direction Générale de la Gendarmerie Nationale
- . S.D.S.I.C/D.O.S.T.L de la préfecture de police de Paris
- . Direction générale de la santé-Sous-direction de la veille et de la sécurité sanitaire
- . Brigades des Sapeurs Pompiers de Paris
- . R.A.I.D et Force d'Intervention de la Police Nationale

La mission de formation de personnels dans les domaines NRBC, au niveau national et international demeure une constante de l'unité. Le D.C.I-I.T participe à la formation de plusieurs unités d'intervention de la police nationale. Son expertise est reconnue à l'international et il est régulièrement sollicité pour organiser des sessions de formation au profit d'unités étrangères.

Le D.C.I-I.T réalise la mission de veille technologique et la recherche dans les domaines NRBC-e. Il contribue avec l'ensemble de ses partenaires au développement de matériels et techniques adaptés à ses missions. Il participe également à des échanges internationaux sur la problématique NRBC.

Il contribue également à l'évaluation de la menace terroriste NRBC-e, sous l'égide de l'unité de coordination de la lutte anti-terroriste (U.C.L.A.T), ainsi qu'au dispositif de la cellule nationale de conseil (C.N.C). Cette cellule est chargée de conseiller les autorités et services locaux en cas de découverte de substances suspectes. ☞



**L'échelon permanent de direction et de coordination du D.C.I-I.T**

Structure interministérielle unique en France, le Détachement Central Interministériel d'Intervention Technique est un service opérationnel à compétence nationale exclusive et d'appui international spécifique, spécialisé dans la lutte contre tout acte de malveillance de nature nucléaire, radiologique, biologique et chimique et plus particulièrement contre la menace terroriste. Sa coordination et son activation sont confiées à la Police nationale.

# L'UNION DE NOS FORCES EST LA BONNE COMBINAISON NRBC-E

LE CENTRE NATIONAL CIVIL ET MILITAIRE DE FORMATION ET D'ENTRAÎNEMENT NRBC-E, UN OUTIL EXEMPLAIRE DE LA COOPÉRATION CIVILO-MILITAIRE

Christophe Mignot, *colonel* et Yves Kovalevsky, *Lieutenant-colonel*

Si, dans un domaine où les moyens de l'Etat sont comptés, la coopération civilo-militaire s'impose de fait et si c'est au niveau gouvernemental qu'elle se décide, l'obtention de la pleine efficacité des acteurs face à une crise majeure NRBC-e oblige à une réelle préparation culturelle et tactique.

Le CNCMFE NRBC-e en assure la coordination. Interministériel jusque dans ses fondements, ce service développe une politique de formation et d'entraînement NRBC-e qui dépasse le seul cadre de ce domaine et qui le rend exemplaire à plus d'un titre.

**L**e président de la République affirmait le 17 juin 2008 qu'« *aujourd'hui, la menace immédiate est celle d'une attaque terroriste [...] La menace est là, réelle, et nous savons qu'elle peut prendre demain une forme nouvelle, encore plus grave, avec des moyens radiologiques, chimiques et biologiques* ». Face à ces menaces, la séparation entre sécurité intérieure et extérieure s'efface, c'est pourquoi le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale livrait les clés pour faire évoluer, dans le temps, l'ensemble de la protection NRBC dans le sens d'une plus grande cohérence dans la prise en compte de ses différents aspects et d'une plus grande synergie entre ses acteurs. Compte tenu des défis à relever, cette synergie requiert une coordination nationale entre les différentes forces, entre administrations civiles et militaires, entre l'Etat et les collectivités locales. **Elle est conduite par un comité stratégique, présidé par le SGDSN et chargé d'assurer la cohérence des capacités de protection contre ces menaces et la bonne exécution des programmes de recherche et d'équipement.**

Dans les territoires, les préfets de zone de défense et de sécurité (ZDS) ont vu, en 2010, leurs compétences étendues et sont désormais l'**échelon de déconcentration interministérielle de premier rang en matière de préparation**

**et de gestion des crises majeures** relevant de la sécurité nationale. Leurs moyens (capacités mobiles de détection, de prélèvement et d'identification biologique et chimique, ainsi que de décontamination) ont été renforcés.

L'affirmation est faite que, dans ce domaine, **les entraînements et les exercices communs doivent être développés**, afin de mettre en situation, avec le plus grand réalisme possible, toutes les catégories d'acteurs de secours, de sécurité et de santé, et de mener les procédures d'intervention conjointe. A cet effet, a été créé par les ministères de la Défense et de l'Intérieur un centre commun de formation et d'entraînement.

## **Une entité résolument interministérielle!**

Le projet du centre national civil et militaire de formation et d'entraînement NRBC-e (CNCMFE NRBC-e) est fondamentalement orienté vers la collaboration de l'ensemble des entités de l'Etat. **Service à compétence nationale du ministère de l'Intérieur**, il est dirigé alternativement par un cadre du ministère de l'Intérieur puis de la Défense. Faite de cadres issus de ces deux ministères et de celui chargé de la santé, sa composition « pluri-ethnique » est un atout car elle permet d'identifier puis de surmonter les différences culturelles propres à chacun des corps

de métier impliqués dans le traitement d'un évènement NRBC-e.

**Son organisation est également interministérielle**, articulée à partir d'un centre national, à Aix-en-Provence, autour duquel s'attachent sept centres d'entraînement implantés dans chaque ZDS : trois services départementaux d'incendie et de secours -Seine-et-Marne, Moselle et Rhône- pour les zones IDF, Est et Sud-Est, l'Ecole Nationale de Police de Nîmes pour la zone Sud et celle de Roubaix pour la zone Nord, la base aérienne de Cazaux pour la zone Sud-Ouest, les Ecoles militaires de Saumur pour la zone Ouest.

**Sa mission est d'améliorer la capacité de réponse des services de l'Etat face au risque NRBC-e** pour le compte de tous les ministères intéressés. Il contribue à définir la politique interministérielle de formation et d'entraînement dans ce domaine. Le public visé est celui des opérationnels du monde de l'Intérieur, de la Défense et de la Santé. Sur le terrain, les acteurs sont formés à travailler ensemble : « *ce n'est pas pour faire de la stratégie, mais bien pour réaliser des actions qui sont parfois toutes simples comme savoir s'équiper d'une tenue, assurer sa protection respiratoire contre un toxique, établir et tenir un périmètre de sécurité... mais qui, mal faites, pourraient avoir des conséquences gravissimes* » souligne un responsable d'une ZDS.

### Les entraînements NRBC-e dans les zones de défense : « l'interministériel » en action

Les formations dispensées complètent et préparent l'activité principale qui est d'entraîner les capacités à intervenir sur le terrain. Pour cela Le CNCMFE NRBC-e élabore des méthodes pour rendre les entraînements les plus efficaces possible. Sur deux jours, les ateliers proposés amèneront les participants à acquérir des réflexes professionnels d'intervention NRBC dans un environnement interministériel. Un jeu dirigé, avec des saynètes à but pédagogique, vise à restituer les mécanismes acquis

**Si l'impulsion de la formation est élaborée par le Centre National, l'indispensable coordination zonale est assurée par le chef d'état-major et le Préfet délégué pour la défense et la sécurité.**

Les objectifs propres à chaque séquence d'entraînement sont fixés par l'état-major interministériel de ZDS (EMIZ) en liaison avec le CNCMFE NRBC-e et en fonction de la situation locale avec en perspective ceux retenus pour les exercices dans le cadre des instructions de la politique nationale d'exercices. Le centre d'entraînement zonal est la cheville ouvrière de la mise en œuvre de ce dispositif.

La satisfaction déjà exprimée par tous les niveaux des participants est confirmée par les retours des différentes autorités (préfets de ZDS et ministre de l'intérieur). **« De façon générale, le grand intérêt porté par ces entraînements communs au regard de la thématique du risque NRBC-e est souligné. En effet, ce type d'événement atteste parfaitement de l'interdépendance des services nécessaires à la gestion d'une situation dans sa globalité, faisant passer la qualité de la coordination devant la qualité des services eux-mêmes. Par ailleurs, ce type de projet est de nature à faire avancer les réflexions sur un grand nombre de sujets connexes, comme, par exemple, le partage de l'information au sein du poste de commandement commun. »**

En effet, c'est au cours de ces mises en situation que se révèlent

des problèmes d'interopérabilité techniques, le plus souvent, mais parfois plus profonds et touchant à la culture propre des différentes organisations. Si pouvoir se retrouver sur une fréquence radio commune ou le déshabillage d'un fonctionnaire, lourdement harnaché, des unités spécialisées d'intervention, sont des problèmes assez faciles à résoudre, car essentiellement d'ordre technique, les solutions à trouver pour les situations qui touchent à la dimension culturelle sont beaucoup moins accessibles : la prise en charge d'armes, en vue de leur décontamination ultérieure, par les sapeurs-pompiers oblige à définir une organisation qui intègre les acquis, presque intangibles, de chacun ; de même, face à l'évènement, l'intervention en réaction quasi-réflexe des forces du ministère de l'intérieur peut se confronter à l'implacable logique de planification des forces armées. Le processus de préparation opérationnelle interservices et interministériel permet au moins de mettre en exergue ces difficultés, d'y pallier autant que faire se peut, et de faciliter le déroulement des opérations conjointes, le cas échéant. ☺

### 2016 : ENTRAÎNEMENTS NRBC-E EURO FOOT AU CEZ DE NIMES

Plusieurs entraînements visant à préparer les services de l'État et de ses partenaires à faire face à tous types de situations de crise, se sont tenus en amont de l'Euro 2016. Un tel événement international impose en situation de menace terroriste de se préparer aux actions à mettre en œuvre en cas d'attentat NRBC dans une foule. C'est l'occasion de tester les plans zonaux NRBC-e et NOVI (nombreuses victimes), notamment les difficultés de gestion des victimes collatérales dues au mouvement d'une foule incontrôlable, concomitamment à la saturation de toute la chaîne de secours et de santé face à l'afflux massif de personnes contaminées L'EMIZ SUD a organisé avec le soutien du CNCMFE NRBC-e, deux entraînements d'envergure.

La réalisation d'une « Fanzone » avec modélisation de comportements d'une foule et de la mobilisation des moyens humains et matériels, a permis la mise en œuvre des champs de réponses opérationnelle spécifiques et sensibles relatifs à la gestion des foules en milieu contaminé et la réception massive de victimes en structure hospitalière.



Exercice de préparation de l'Euro 2016 : les encadrants du CNCMFE (gilet fluo) supervisent l'extraction des victimes dans une Fanzone frappée par un attentat NRBC



**Christophe MIGNOT,**  
colonel  
Directeur du  
CNCMFE NRBC-e  
(ministère de  
l'intérieur)



**Yves KOVALEVSKY,**  
lieutenant-colonel  
Directeur adjoint du  
CNCMFE NRBC-e  
(ministère de la  
Défense)

# L'UE ET LA LUTTE CONTRE LES RISQUES NRBC

DES ACTIONS NOMBREUSES AUXQUELLES VOUS POUVEZ CONTRIBUER

Richard Finck, ICA

L'Union européenne consacre des ressources importantes à la lutte contre les risques NRBC dans le cadre de sa politique étrangère. A ce titre, elle assure la maîtrise d'ouvrage de très nombreux projets de coopération, principalement en Afrique, en Asie et en Europe de l'Est. En tant que maître d'œuvre désigné par Expertise France, j'assure la direction de trois projets. Témoignage.

## **Au tout début, une implication personnelle au nom de la défense et de la promotion des intérêts français**

Au cours de l'été 2014, alors chef du service des biens à double usage, j'ai été sollicité par la direction générale coopération et développement (DEVCO) de l'Union européenne pour monter une offre française dans le domaine de la formation au contrôle à l'exportation des biens à double usage. DEVCO travaillait avec le puissant BAFA (*Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle*) depuis près de dix ans et voulait mettre un terme à cette relation exclusive. De mon côté, j'avais noté que nos amis allemands utilisaient pleinement les programmes qui leur étaient confiés en ce domaine pour assurer aussi la promotion de leurs intérêts, notamment commerciaux. Mais ils étaient 180 et nous étions...

18. Avec Expertise France, l'agence française d'expertise technique internationale, nous avons monté un consortium européen regroupant le ministère français chargé de l'industrie, le King's College de Londres, les douanes belges et d'autres acteurs. Après quelques nuits quasi blanches à rédiger en anglais la réponse aux appels d'offres, nous avons remporté coup sur coup deux contrats d'un montant total de 5 M€ pour assurer une formation et apporter un appui technique au profit de 30 pays tiers, sur une durée de 18 mois. Ce que nous sommes parvenus à réaliser, en déclinant une organisation décentralisée et en constituant un catalogue



Formation au profit des autorités du Myanmar (Birmanie) sur le contrôle des exportations.

de formations que nous avons mis à disposition des quelque 100 experts européens identifiés dans plus de vingt Etats membres de l'UE. Je tiens à souligner ici l'excellence d'Expertise France qui œuvre dans de nombreux domaines de compétences (santé, finances publiques, stabilité, gouvernance) pour développer l'influence de notre pays.

## **Plongée dans la lutte contre les risques NRBC engagée par l'Union européenne**

Cette lutte procède tout d'abord d'une volonté politique. L'Instrument contribuant à la stabilité et à la paix (IcSP) de l'UE a pour but d'appuyer les initiatives en matière de sécurité et les actions de consolidation de la paix dans les pays partenaires. L'IcSP fait partie des nouveaux outils dont l'UE s'est dotée afin de financer des actions dans les pays tiers. Donnant corps à l'engagement politique de l'UE dans la prévention des conflits et la consolidation de la paix, l'un de ses principaux objectifs en matière

de relations extérieures, l'IcSP met l'accent sur la prévention des conflits, la réaction aux crises et la consolidation de la paix.

L'IcSP peut apporter son concours à court terme, notamment dans les pays en proie à une crise ou à plus long terme pour répondre aux menaces mondiales et transrégionales. Le service des instruments de politique étrangère (IPE) assure la gestion d'actions liées à la planification de la réaction aux crises et du partenariat pour la consolidation de la paix de l'IcSP. Les actions liées aux menaces pesant sur la sécurité mondiale et transrégionale sont gérées quant à elles par DEVCO.

Dans le domaine qui nous intéresse plus particulièrement, DEVCO a lancé en 2010 l'initiative des centres d'excellence afin de renforcer la capacité des pays partenaires à prévenir les risques NRBC, qu'ils soient d'origine intentionnelle (terrorisme), industrielle ou naturelle.

L'UE s'appuie sur 8 secrétariats régionaux (Amman, Alger, Rabat, Nairobi, Tbilissi, Tachkent, Manille

et Abu Dhabi) pour présenter une offre de coopération à plus de 50 pays. Depuis 2010, ce sont 55 projets qui ont été lancés pour un montant global de près de 150 M€. Ils couvrent les différents aspects de la problématique NRBC : légaux et réglementaires, scientifiques et techniques, organisationnels et pratiques afin d'améliorer les capacités des pays partenaires en matière de prévention, de préparation et de réponse à la menace. L'Union européenne travaille directement avec les pays partenaires pour développer une compréhension précise de leurs besoins spécifiques, afin de définir les projets qui leur seront les plus utiles. Ceux-ci ont un spectre large et portent par exemple sur la formation des premiers secours, le renforcement des législations nationales, la lutte contre le trafic des substances NRBC, la mise en œuvre des mesures post-accidentelles ou encore la coordination interservices et interministérielle (gestion de crise). Ces projets font appel aux compétences de nombreux services de l'Etat mais pas seulement : si les douanes, la sécurité civile, la police et la gendarmerie sont des coopérateurs « naturels », les projets font aussi appel aux contributions des universités et des experts juridiques.

### **Avec Expertise France, le SGDSN en première ligne pour lutter contre la prolifération des risques NRBC dans la région sahélo-saharienne**

En octobre dernier, le SGDSN a pris la tête d'un consortium franco-belge pour renforcer les capacités de détection et de contrôle aux frontières de 7 pays de la région sahélo-saharienne (Algérie, Maroc, Tunisie, Mauritanie, Mali, Burkina Faso, Niger). Les routes du Sahara sont de longue date des voies de trafic en tous genres. Elles sont aujourd'hui empruntées par des groupes qui amalgament commerce illicite et terrorisme. L'Union européenne souhaite mettre l'accent contre la lutte contre le terrorisme dans cette région, en appui des opérations militaires conduites par les pays partenaires et la France. Le projet porté par Expertise France



*Avec les représentants nigériens à l'HANEA, le CEA local, décembre 2016.*



*Champs d'application des projets NRBC européens ou CBRN selon le glossaire OTAN.*

– le 6<sup>ème</sup> sur un total de 55 projets lancés par l'UE – durera trois ans et comportera de nombreuses formations. Un exercice régional sera réalisé pour parachever le renforcement de la coopération régionale dans ce domaine. Les douanes française et belge, la police nationale et la sécurité civile, l'Université libre de Liège apporteront leur concours, ainsi que le SGDSN pour son expertise interministérielle.

C'est une façon pratique d'apporter son aide au renforcement de la sécurité dans des pays particulièrement exposés et auxquels la France demeure très liée. En tant qu'ingénieur, c'est aussi la satisfaction d'avoir à conduire des projets à la fois techniques et reposant tout particulièrement sur l'établis-

sement de liens de confiance avec les administrations étrangères. Si vous êtes intéressé par une participation à ces projets, n'hésitez pas à me contacter. ☞



**Richard FINCK,**  
ICA. Sous-directeur de la non-prolifération, des sciences et des technologies au SGDSN.

Chef du service des biens à double usage (ministère chargé de l'industrie) de 2012 à 2015. Directeur de cabinet du Commissaire à la diversité et à l'égalité des chances (services du Premier ministre) de 2008 à 2012. Conseiller technique au cabinet du Ministre de la santé et des solidarités (2006-2007).

# L'ÉQUIPE « FRANCE » AU RENDEZ-VOUS DE LA HAUTE TECHNOLOGIE

Dominique Monvoisin, JGA

Le programme interministériel de R&D contre les menaces terroristes NRBC-e, piloté par le CEA, devient après 10 ans, une réalité industrielle et opérationnelle.

Une impulsion déterminante et continue du SGDSN, alliée à une collaboration exemplaire avec la DGA, a permis au CEA de donner une réalité industrielle et opérationnelle aux travaux du programme interministériel de R&D NRBC-e, une dizaine d'années après son lancement. La réussite de ce programme, qui est devenu un élément central de la recherche dans ce domaine de souveraineté nationale, au service de la Défense et des besoins civils, illustre la capacité de « l'équipe France » rassemblée à relever des défis majeurs dans un domaine de haute technologie où le tissu industriel est très fragmenté.

## Un programme issu d'un besoin de terrain

Le CEA est en charge depuis 2005 du programme interministériel de R&D contre les menaces terroristes NRBC-e. La vocation de ce programme est de répondre de façon structurée et pragmatique aux lacunes capacitaires identifiées par les pouvoirs publics vis-à-vis de ces menaces, sur des thématiques où le marché seul ne suffit pas à générer de l'innovation. Financé annuellement à hauteur de 12 M€ par la subvention de recherche duale allouée au CEA dans le cadre du programme LOLF 191, le programme interministériel a vocation, au-delà des seuls besoins civils, à prendre en compte les préoccupations de la Défense et les feuilles de route DGA. Sur la base d'une expression des besoins partagée avec la DGA, le CEA pilote ces travaux de recherche (échelle de maturité TRL de 1 à 5) avec le souci permanent de trouver un relais industriel aux prototypes de laboratoire qui ont

fait leur preuve et de satisfaire les utilisateurs finaux.

## Un programme d'innovation structuré

Chaque année, une quarantaine de projets de recherche est financée, en portant sur l'ensemble des étapes de la réponse à une menace : préparation amont, détection et identification de terrain, protocoles de laboratoire, diagnostic, contre-mesures médicales sans oublier les phases de décontamination, voire de dépollution. Les projets, qui impliquent toutes les directions opérationnelles du CEA, s'étendent de la recherche amont jusqu'au développement de démonstrateurs de laboratoire permettant d'apporter les preuves de concept vis-à-vis d'un environnement réel. Afin de susciter un niveau permanent d'innovation, le Directeur du programme CEA, Laurent Olmedo, veille à maintenir le rythme annuel de lancement de nouveaux projets à un niveau significatif (une dizaine chaque année). Centrée à l'origine sur la menace biologique, la répartition s'est au cours du temps rééquilibrée pour tenir compte de l'analyse de la menace et des vulnérabilités.

Ce programme a d'ores et déjà permis près d'une quinzaine de

transferts technologiques vers des industriels français, dont une dizaine concerne les menaces biologiques et chimiques. De nombreux protocoles de laboratoire ont également été transférés, en particulier vers des membres du réseau national des laboratoires BIOTOX-PIRATOX.

## Un programme centré sur les réponses aux menaces B et C

S'agissant de la menace B, celle-ci mobilise encore aujourd'hui 50 % du financement des projets. Pour la détection de terrain, les avancées sont nombreuses, notamment autour de la miniaturisation et de l'augmentation des performances de la collecte, de la préparation d'échantillons et de la détection. Des systèmes simples, à bas coût comme les bandelettes immunochromatographiques (NBC-SYS) ou le mini bio-collecteur BIODOSI® (Bertin Technologies), en sont deux illustrations. Les efforts conduits permettent également de disposer de protocoles d'identification en laboratoire fiables, sensibles, et robustes y compris vis-à-vis d'échantillons complexes. L'apport de la spectrométrie de masse est aujourd'hui indéniable, et complémentaire des approches microbiologiques, gé-

### DE LA R&D À LA DISPONIBILITÉ OPÉRATIONNELLE : LES TICKETS IMMUNODÉTECTEURS POUR LA MENACE B

Ces tickets sont aujourd'hui en service dans les Forces armées, mais également au sein de la Sécurité Civile dans les véhicules de détection, d'identification et de prélèvement. Ils permettent, selon le même principe qu'un test de grossesse, une détection simple, rapide (résultat en moins de 30 minutes), peu coûteuse et qui peut être réalisée par des non-spécialistes sur le terrain. Les tickets en service sont avant tout dédiés à la détection environnementale, mais la technologie peut être adaptée à une utilisation diagnostic comme illustré dans l'encart sur Ebola.

nétiques et immunologiques. Par ailleurs, les approches large spectre et sans *a priori* se développent, et prennent tout leur sens pour la menace B, compte tenu du nombre important d'agents potentiels à considérer. Ainsi la phylopeptidomique par spectrométrie de masse et le séquençage haut débit dans une moindre mesure sont désormais à des niveaux élevés de maturité et de performance. Au-delà des développements technologiques, il convient de souligner l'importance de la qualité des réactifs, qui conditionne la performance des systèmes spécifiques d'identification. Des efforts ont été menés au plan national, et se poursuivent sans relâche pour accroître encore la liste des cibles disponibles ; ils ne doivent pas être sous-estimés ni dans leur difficultés, ni dans leur impact sur la qualité globale de la réponse. Ces travaux ont récemment conduit à la mise en place d'une filière de réactifs génétiques avec la société BERTIN Pharma. S'agissant de la détection C, les efforts portent également sur le développement et l'adaptation de technologies de laboratoire pour des usages de terrain. Le CEA a ainsi mis au point des démonstrateurs portables, simples et à bas coût, mettant en œuvre des technologies de concentration d'un facteur 1 000 à 10 000, et de détection par micro-chromatographie en phase gazeuse, domaine qui a fait récemment l'objet de la création d'une start-up (APIX).

### DÉMONSTRATEUR PRIMOSAMP DE PRÉLÈVEMENT ET DE CONCENTRATION DE GAZ



La miniaturisation (technologies silicium) ouvre de nouvelles voies pour des systèmes de prélèvement et d'analyse portables et à bas coût. Objectif : étendre la surveillance et permettre au plus tôt une première alerte sur le terrain

Le programme sait également porter des projets de rupture à horizon plus lointain, à l'image de l'ambitieux micro-spectromètre de masse sur puce silicium, dont les premières preuves de concept ont été acquises en 2015 et pour lequel nous sommes au meilleur niveau de l'état de l'art international.

**La spectrométrie de masse** est une méthode de référence dans le domaine des analyses chimiques. L'enjeu pour le CEA vis-à-vis de cet équipement a consisté à faire passer cette technologie du laboratoire au terrain tout en lui conservant de très bonnes performances. Le CEA a mis à profit ses compétences en fabrication de microsystèmes pour miniaturiser le cœur de l'instrument.

#### Micro-spectromètre de masse sur puce silicium

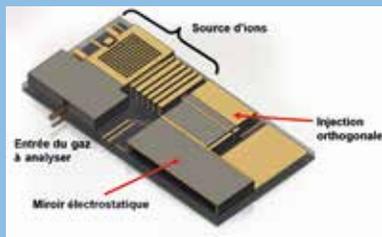


Schéma de principe du micro-spectromètre de masse, composé d'une source d'ions (zone d'ionisation, d'extraction et de focalisation des ions), d'une injection orthogonale et d'un miroir électrostatique (réflectron)



Photographie du dispositif réalisé

Au-delà de la mise au point de technologies performantes de détection, le programme prend toute sa place dans le domaine de la préparation, de l'anticipation d'une crise, avec la mise au point du logiciel CEA de modélisation de dispersion CERES®, mais également en matière de la décontamination, avec le développement de galéniques innovantes autour de gels ou encore de mousses adaptées à la décontamination des infrastructures, voire au confinement de petites contaminations. Là encore, l'objectif est de faire plus performant, plus pratique (moins d'effluents) et dans le cadre d'une filière nationale.

« *LE DÉVELOPPEMENT PAR LE CEA EN URGENCE D'UN TEST DE DIAGNOSTIC RAPIDE DU VIRUS EBOLA* »

Enfin, cette démarche globale et structurée vise également au développement de moyens de diagnostic et thérapeutiques. Le développement par le CEA en urgence d'un test de diagnostic rapide du virus Ebola, illustre la dualité d'application (bioterrorisme/santé publique) des thématiques traitées au sein du programme, et l'intérêt de se préparer en amont d'une crise potentielle.

#### Un programme à l'écoute des besoins des opérationnels

Au-delà des aspects scientifiques et techniques, chacun des développements, des protocoles, doit in fine s'insérer dans les chaînes de la réponse opérationnelle, qui ont leurs contraintes et leur logique. Sur ce point, la création en 2014 par le SGDSN d'un comité d'utilisateurs pour les besoins civils (sécurité civile, gendarmerie, police), adossé au programme interministériel, permet d'accompagner au plus tôt les projets pour s'assurer de leur bonne adéquation

## LA R&D EN BIOTERRORISME AU PROFIT D'UNE CRISE SANITAIRE : LE DÉVELOPPEMENT EN URGENCE D'UN TEST DE DIAGNOSTIC RAPIDE DU VIRUS D'EBOLA

Compte tenu de la situation en Afrique de l'Ouest à l'été 2014, le CEA a mis au point en urgence un test de diagnostic rapide du virus Ebola utilisable sur le terrain. Ce résultat a pu être atteint en trois mois, hors validations réglementaires, grâce aux résultats des recherches menées depuis plusieurs années par le CEA dans le cadre du programme interministériel. Le test a été validé sur le terrain pendant l'épidémie et aujourd'hui, il est reconnu réglementairement (marquage CE) et disponible commercialement (société Vedalab, France). Il est simple d'emploi, ne nécessite pas d'appareillage sophistiqué, ni même de source d'énergie et peut être réalisé par du personnel non spécialisé. La lecture du résultat est directe et visuelle.

Le test Ebola eZYSCREEN a fait la preuve de sa grande robustesse et stabilité, un stockage de 13 mois à 30°C et de 4 mois à 45°C, n'ayant pas altéré ses performances.



tion avec le besoin. Dans le domaine N/R, dans le prolongement du programme NRBC-e, une première architecture nationale de détection destinée à lutter contre le trafic illicite de matières N/R est d'ores et déjà en place à titre expérimental dans un grand port français. En 2016, le programme interministériel a étendu cette démarche à la thématique B, dans le cadre du test par le SDIS 69 (Service Départemental d'Incendie et de Secours) d'une chaîne complète d'analyse.

### Ambition, détermination et réalisme

Les liens étroits et la confiance mutuelle qui se sont établis au cours des années entre le CEA et les autres services de l'Etat, dont en premier lieu la DGA et la SGDSN, ainsi que la structuration du programme, permettent désormais une prise en compte partagée des principaux besoins,

*« L'ÉQUIPE « FRANCE » DISPOSE DE COMPÉTENCES AU MEILLEUR ÉTAT DE L'ART, IL CONVIENT DE LES MOBILISER AVEC AMBITION, DÉTERMINATION ET RÉALISME »*

un positionnement de projets qui évite les doublons et une évaluation systématique de leur intérêt selon trois axes (performances, concepts d'emploi, inter comparaisons indépendantes). Dans un environnement budgétaire contraint, la sélection des projets

au sein de ce programme interministériel doit prendre en compte leur potentiel d'innovation au profit d'une amélioration de notre sécurité collective, mais aussi leur capacité à offrir aux utilisateurs finaux des solutions accessibles et utilisables, solutions qui devront être proposées par des industriels capables d'amener jusqu'au marché des prototypes issus de la R&D. Ce lien entre la recherche à l'industrie est consubstantiel à la raison d'être du CEA, depuis sa création en 1945 et il est essentiel dans un domaine où les commandes de l'Etat ne se situent pas à un niveau permettant une prise en compte des besoins de sécurité par le seul marché.

L'équipe « France » dispose aujourd'hui d'une capacité technologique à même de répondre aux besoins de souveraineté nationale en matière de réponse à des menaces B et C. Il est indispensable de définir et réunir les conditions pour que ces technologies trouvent non seulement un marché mais que tous les partenaires de cette équipe puissent continuer à anticiper les évolutions de la menace et bénéficier des avancées technologiques accessibles : les compétences au meilleur état de l'art sont présentes, il convient de les mobiliser en faisant preuve collectivement d'ambition, de détermination et de réalisme. ☺



**Dominique MONVOISIN,**  
IGA

Directeur de Cabinet de l'Administrateur général et directeur de la Performance du CEA

Il a effectué un long parcours à la DGA dans le domaine de la dissuasion nucléaire, où il a été en particulier le premier directeur de l'Unité de Management NBC ; il a rejoint le CEA en 2008, en tant que Directeur Adjoint des Applications Militaires et il est aujourd'hui en charge notamment du projet de transformation de l'ensemble des fonctions support du CEA.

## LES AGENTS ET LEURS EFFETS

### - Agents biologiques

Les micro-organismes se reproduisent et peuvent agir à très faibles concentrations.

Les toxines ne sont pas autorépliquatives et sont donc plus proches des agents chimiques, avec un pouvoir toxique très supérieur: la dose létale à 50 % est 1 ng/kg corporel pour la toxine botulinique et 15 µg/kg pour le VX.

Les agents biologiques se classent en 3 catégories:

- . les agents de la **catégorie A**, peuvent causer une destruction massive: ex. anthrax, botulisme;
- . les agents de la **catégorie B** sont moins puissants et agissent après une période d'incubation: ex. brucellose;
- . les agents de la **catégorie C** ne sont pas très dangereux, mais pourraient le devenir par manipulation génétique: fièvre jaune.

### - Agents chimiques

Les principaux agents chimiques sont les organophosphorés neurotoxiques (soman, sarin, tabun, VX) ou vésicants (lewisite, ypérite), puis les agents gazeux tels que le phosgène ou l'acide cyanhydrique.

Deux catégories d'agents chimiques:

- . les **armes chimiques** ont été développées dans un but militaire, pour désorganiser ou décimer l'ennemi;

. les produits industriels se répartissent en différentes classes selon leur toxicité: respiratoire (chlore), systémique (acide cyanhydrique...), etc.

### - Classements

. selon l'effet:

- les agents **neutralisants** provoquent rapidement une incapacité qui ne se prolonge pas;
- les agents **incapacitants** provoquent une maladie ou une incapacité mentale ou physique dont la durée dépasse largement la période d'exposition;
- les agents **létaux** provoquent la mort.

. selon le mode d'action:

- les **gaz asphyxiants** ou **suffocants** s'attaquent à la muqueuse des poumons: chlore;
- les **vésicants** provoquent des brûlures sur la peau, les yeux et les poumons: ypérite;
- les **hémotoxiques** perturbent l'utilisation de l'oxygène dans les tissus: acide cyanhydrique;
- les **neurotoxiques** agissent très rapidement sur le système nerveux et perturbent les fonctions vitales de l'organisme: tabun (guerre Iran - Irak), sarin (deuxième guerre mondiale, guerre Iran - Irak), VX (version « améliorée » du sarin), soman (découvert en 1944, jamais utilisé, produit par l'URSS).

Photo Credit: Ministère de la Défense, Cnam, Bertin Technologies, Istöck

# PROJECTION & PROTECTION

-  Naval and Land Force Projection
-  Cyber Intelligence & Security
-  Surveillance & CBRN Detection

**bertin**  
TECHNOLOGIES  
www.bertin-technologies.com

**ENIM**  
Innovate and Act  
www.enim.com

# COMBATTRE LA RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES

## UNE TENTATIVE DE RÉPONSE INTERNATIONALE AUX DÉFAILLANCES DU MARCHÉ PHARMACEUTIQUE

Flavien Dupuis, IPA

Le développement d'antibiotiques innovants, financièrement peu rentable, représente aujourd'hui un angle mort de la politique de recherche des grands laboratoires pharmaceutiques, alors même que la résistance des agents pathogènes aux antibiotiques traditionnels progresse. Face à cette situation, une coopération multilatérale se met en place sous l'impulsion du G20 pour mieux encadrer l'usage des antibiotiques et stimuler le développement de nouveaux traitements.

### Un phénomène en progression...

L'antibiorésistance est un processus biologique par lequel l'utilisation fréquente d'antibiotiques favorise la sélection et le développement de populations bactériennes résistantes à une molécule donnée. Si le phénomène est aussi ancien que les antibiotiques eux-mêmes, celui-ci s'est récemment amplifié au point d'amener les dirigeants du monde, réunis en Assemblée générale à l'ONU le 21 septembre dernier, à s'emparer publiquement de cette question qui figure également en tête de l'agenda du G20 pour 2017. Car l'enjeu est à la fois sanitaire mais aussi économique et social, puisque le phénomène d'antibiorésistance puise directement sa source dans l'utilisation massive et généralisée des antibiotiques. Utilisation à des fins médicales d'abord, du fait du recours longtemps systématique aux antibiotiques à « large spectre », c'est à dire agissant sur une grande quantité d'agents pathogènes sans distinction. Mais utilisation également à des fins agricoles, puisque les pays les plus touchés par l'antibiorésistance comme la Chine et l'Inde utilisent de grandes quantités d'antibiotiques génériques à faibles coûts afin de doper leur industrie agroalimentaire. Résultat de cet usage incontrôlé, certaines maladies que l'on croyait définitivement éradiquées comme la tu-

berculose commencent à réapparaître en Asie et en Russie, alors qu'un gène rendant les bactéries résistantes à la colistine (sorte de super-antibiotique réservé aux infections multirésistantes) vient d'être récemment découvert.

### ... mais une menace encore floue

L'impact potentiel d'un développement de germes résistants aux antibiotiques à plus ou moins long terme reste pour l'instant difficile à anticiper. Le phénomène est encore très disparate suivant les régions, et les zones les plus touchées ne disposent pas toujours d'un appareillage statistique suffisamment élaboré pour évaluer finement l'ampleur de la résistance. Les simulations épidémiologiques restent complexes et fragiles, et la sensibilité de l'opinion publique à ce sujet, largement stimulée par le fantasme de l'apocalypse microbienne mondiale que véhicule le cinéma-catastrophe, invite les prévisionnistes à la prudence. Les rares chiffres actuellement disponibles ont été élaborés par une équipe internationale sponsorisée par le ministère des finances britannique, l'AMR review, qui a fait récemment parler d'elle en annonçant 10 millions de décès par an susceptibles d'être provoqués par des germes résistants en 2050 si aucune mesure n'est prise pour relancer la recherche de nouveaux médicaments antimicrobiens.



*Peu rentable, le secteur antibiotique est aujourd'hui le maillon faible de la R&D pharmaceutique.*

### Une industrie pharmaceutique démobilisée

Car c'est bien dans la faible rentabilité du secteur antibiotique, et le désintérêt de l'industrie pharmaceutique qui en découle, que réside le nœud du problème. La recherche et le développement d'une molécule antimicrobienne innovante nécessite en effet des coûts énormes d'investissement (compter plus d'un milliard d'euros pour certains essais pharmaceutiques en phase 3, c'est-à-dire pour tester le médicament sur un échantillon humain avant mise en circulation) pour un chiffre d'affaire relativement faible. A l'origine de cette « défaillance »



*L'usage massif des antibiotiques en médecine vétérinaire et agro-alimentaire est aujourd'hui la principale cause d'antibiorésistance.*

de marché se trouve un double effet d'atténuation : un effet « volume » d'abord, lié à la prise de conscience progressive du rôle de la surconsommation des médicaments dans le développement de l'antibiorésistance, qui est une bonne chose en soi mais tire la demande vers le bas. Un effet « prix » ensuite, résultant de l'adaptation du régime de protection de la propriété intellectuelle aux contraintes propres à la R&D antibiotique. Car le développement d'un médicament est un processus non seulement coûteux mais aussi très long (compter environ 10 ans entre les premiers travaux et le moment où l'autorisation de mise sur le marché est décernée), et où le délai de protection de la propriété intellectuelle, qui est en général de 20 ans, court dès le début des recherches. Par conséquent la durée pendant laquelle le laboratoire propriétaire de la molécule peut commercialiser son médicament à un prix de monopole ne dépasse guère 10 ans, ce qui ne lui permet pas de rentabiliser suffisamment les coûts de développement avant d'être exposé à la concurrence des médicaments génériques. Ajoutons à cela qu'une entreprise désireuse d'acquiescer une position dominante sur le marché doit cibler très en amont ses recherches sur les germes dont elle fait le pari qu'ils développeront une résistance, sans avoir pour autant d'idée précise sur le moment où

celle-ci se développera réellement. Si bien qu'il est possible que la protection du brevet tombe au moment même où la bactérie devient résistante et le médicament potentiellement compétitif... D'où un désintérêt marqué des grands laboratoires pour la recherche antibiotique, qui préfèrent orienter leurs efforts vers le secteur beaucoup plus porteur des maladies liées à la sédentarisation des modes de vie, comme le diabète ou l'hypertension.

### **Une réponse internationale et multiniveaux**

De plus en plus consciente de cette réalité, la communauté internationale a commencé à prendre des mesures visant à la fois à réguler l'utilisation des antibiotiques et à stimuler financièrement la reprise des travaux de recherche dans le domaine. Le volet préventif de cette action devrait s'articuler autour de mesures d'informations sur le risque lié à l'utilisation systématique des antibiotiques et les voies de substitutions possibles, de création et de diffusion de kits de diagnostic peu coûteux destinés à réduire le recours aux antibiotiques large spectre grâce à un meilleur ciblage des traitements, et de financement de campagnes de vaccination dans les zones défavorisées. La stimulation de l'innovation dans le domaine antibiotique passera de son côté par la correction de la défaillance microéconomique qui affecte le mar-

ché antibiotique, selon des modalités encore à définir. Deux voies sont actuellement à l'étude : l'une d'elle consiste à créer un statut dérogatoire permettant d'accroître la durée des brevets associés aux molécules innovantes dans le domaine antimicrobien (une telle disposition existe au niveau européen), dont on a vu qu'elle constituait la condition nécessaire pour assurer la bonne rentabilité d'un médicament. Mais cette solution présente l'inconvénient de nécessiter une harmonisation au niveau mondial des régimes de propriété intellectuelle réalisable sans de longs débats. L'autre voie, que propose l'*AMR review*, consisterait à créer, via un fond international monté *ad hoc* et avec le soutien du G20, un pactole financier destiné à récompenser les laboratoires ayant mis au point des médicaments efficaces contre les nouveaux germes résistants. Cette solution a l'avantage de reposer sur des contributions financières et d'être donc plus rapide à mettre en place, mais rien ne garantit qu'une incitation à base de récompense d'entrée de marché puisse convaincre les grands laboratoires de se lancer dans une compétition de longue haleine à l'issue aussi lointaine qu'incertaine, qui laisse par ailleurs entière la question de la propriété intellectuelle de la molécule. Il y a là une véritable réflexion stratégique à mener sur un sujet où s'entrecroisent, dans un contexte international, de forts enjeux sanitaires, juridiques, éthiques, et où la logique financière et commerciale joue comme souvent un rôle crucial. Autant de défis qui constitueront un véritable test pour les capacités de traction politique du G20 en 2017. ☺



**Flavien DUPUIS,**  
IPA, Adjoint au  
chef de bureau  
en charge de la  
préparation des  
sommets financiers  
internationaux du  
G7 et du G20.

Après un premier poste au centre d'analyse technico-opérationnelle de défense de la DGA, travaille actuellement à la Direction générale du Trésor.

# APPLICATIONS DES NANOTECHNOLOGIES À LA MÉDECINE

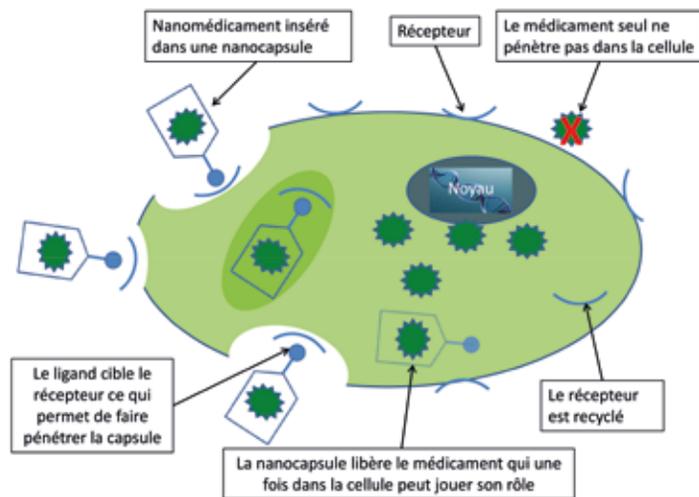
Frédéric Tatout, ICA

Le recours à des nano objets concernerait déjà près de 10 % du volume des marchés médicaments, diagnostics et instrumentations médicaux confondus. Toutefois, la part de médicaments est – n'en déplaise à des gourous influents de la Silicon Valley – très en-deçà de l'imaginaire du grand public. La recherche est portée par l'espoir de surmonter quelques limitations des approches « traditionnelles », moyennant parfois des « tickets d'entrée » modérés.

L'approche « classique » de la médecine rencontre des limitations qui tendent à dégrader le ratio effets secondaires / efficacité, à inhiber des effets attendus et à générer des résistances. Ces limitations proviennent de la dégradation par l'organisme (métabolisation), d'où une faible disponibilité; d'un ciblage large, d'où une faible spécificité; voire de limitations à l'accès aux zones concernées par les mécanismes biologiques clé. Ces limitations proviennent notamment de la métabolisation des produits par l'organisme, qui réduit leur disponibilité, d'un ciblage insuffisamment spécifique et de difficultés d'accès aux zones concernées.

En permettant de mieux maîtriser l'intégration par l'organisme d'objets de taille comparable à celle des zones « cibles » visées (entre 1 et 100 nm), les nanotechnologies permettent d'aller au plus près des mécanismes biologiques, de réduire dans des proportions drastique le dosage, les effets secondaires et les résistances – voire même de les contourner lorsqu'elles se manifestent –. Elles ouvrent aussi des horizons très riches en médecine personnalisée. Les champs les plus actifs de la R&D à ce jour sont les suivants :

- dépistage et traitement de cancers (bio-marqueurs, imagerie, contournement des résistances, réduction des effets secondaires, etc.);
- instrumentation, qui porte un très fort potentiel de productivité de R&D pharmaceutique



Exemple de fonctionnement d'un nano médicament

(criblage, tests) et d'applications pour comprendre les mécanismes de dégénérescence en neurologie ;

- médecine régénérative et biomatériaux (prothèses et tissus implantables « fonctionnalisés »);
- traitement de maladies cardiovasculaires et du diabète (amélioration des procédés de délivrance au plus près des zones à activer, minimisation des effets secondaires et des contraintes pour l'utilisateur, etc.);
- donner une deuxième vie à des antibiotiques devenus inopérants suite à l'apparition de résistances.

## Il est donc surtout question de diagnostics et d'instrumentation

On notera, en effet, que tout médicament candidat à la commercialisation doit passer le filtre touffu de l'autorisation de mise sur le marché

(AMM), ce qui se traduit par un « ticket d'entrée » en général très supérieur au milliard d'euros. En ces termes, un projet de nano médicament ne sera pas vraiment mieux loti car, même si le processus pourrait être mieux sécurisé, voire accéléré du fait d'une meilleure spécificité, il faudra quand même prévoir une bonne décennie entre le concept et la commercialisation, sans compter d'éventuels tests complémentaires pour prouver la totale innocuité des nano éléments utilisés.

La réglementation pénalise moins le processus d'innovation en diagnostics et instrumentation, dont le déroulement, du concept jusqu'à la mise sur le marché, représente un investissement de l'ordre de 10 à 100 M€. Toutefois, ce processus pourra être compliqué par l'existence de brevets préexistants, auquel cas il faudra prévoir des coopérations en amont.

## Le paysage des acteurs européens est riche, mais très fragmenté

L'Europe compte 2 000 acteurs, dont 800 centres de R&D et autant d'entreprises (France et Allemagne 350 chacune, Royaume Uni 150, Italie 100)... contre 120 acteurs en Amérique du nord !

Au-delà de ces chiffres, d'importantes disparités de taille et surtout d'environnement existent (notamment financement de l'innovation). On notera que la première « pharma » européenne, Roche, dont la filiale Diagnostics est leader mondial en micro et nano-instrumentation, se détache nettement d'une myriade d'acteurs en émergence. Cela laisse espérer que Roche sera très apte à exploiter les complémentarités entre nano-fluidique et pharmacie.

En France, deux pôles forts se détachent : Île de France (60 acteurs) et axe Lyon-Grenoble (60 acteurs, la moitié autour du pôle Minatec). Aux Etats-Unis, les leaders des NBICs sont très impliqués en nano médecine. Toutefois, les nanotechnologies font un peu figure d'exception qui confirme la règle selon laquelle la détention d'une capacité informatique considérable (information ou capacité à la traiter) conférerait à leurs titulaires une capacité à pérenniser leur leadership sur les plate-formes des marchés futurs<sup>1</sup>. Un espace de collaboration sincère existe donc avec les leaders des NBICs !

## En nano médecine, l'Europe semble donc garder quelques chances de ne pas se faire vassaliser par des acteurs US, même s'il est urgent de promouvoir la structuration d'un écosystème en Europe. Qu'en est-il ?

L'Europe a publié une road-map et instauré une plate-forme technologique basée à Paris V<sup>ème</sup>, efficace pour accélérer le processus d'innovation ([www.etp-nano-medicine.eu](http://www.etp-nano-medicine.eu)), ce qui semble adapté à la structure des acteurs, même si on note l'absence d'une

<sup>1</sup> Les nanotechnologies bénéficient relativement peu, à ce jour, des effets de réseau, qui démultiplie le leadership industriel. De plus, la barrière financière à l'entrée reste relativement modique en-dehors du domaine des médicaments.

## LA TOXICITÉ DES NANO PARTICULES : UNE QUESTION ENCORE MAL ÉLUCIDÉE

Les atteintes possibles de nano particules aux cellules sont relativement bien identifiées in vitro, notamment : réactions oxydatives, atteinte au matériel génétique, dénaturation des mécanismes d'échanges aux interfaces. Mais les risques effectifs posés à l'organisme et à l'environnement sont entachés d'incertitudes très fortes. Sont en cause, le réalisme des expériences in vitro (conditions et concentrations en jeu), la complexité des phénomènes d'accumulation et d'agrégation dans l'organisme et l'environnement, les difficultés à discriminer les différents mécanismes mis en jeu et à appréhender les effets de temps long. Les preuves de risque ou d'innocuité des nano particules sont donc rares. L'amiante et les suies des cheminées et des moteurs à explosion font figure d'exceptions notables.

Les autorités en charge de la réglementation sont donc confrontées à un décalage fort entre la faible connaissance des effets induits et l'explosion des applications commerciales.

Les nano particules répandues dans la nature ne connaissant pas de frontières, un dispositif purement national de maîtrise du risque est illusoire. Heureusement, un cadre multilatéral est en cours de construction sous les auspices de l'OCDE et de la Commission Européenne (par exemple étiquetage des cosmétiques et produits alimentaires).

En France, les lois Grenelle I et II ont instauré un régime de déclaration obligatoire d'importation, fabrication, utilisation et cession de substances à l'état de nanoparticules, et un droit de regard étendu des autorités concernant les preuves d'innocuité (art. L523 du code de l'environnement). Aucune réglementation spécifique ne régissant la manipulation des nanomatériaux, une lourde responsabilité pèse sur les fabricants et utilisateurs, ne serait-ce qu'au titre de la prévention du risque chimique. Dans ce contexte, les fabricants de nano médicaments devront être très attentifs à la santé de leurs travailleurs, mais aussi à la maîtrise de la qualité de fabrication et du vieillissement des produits, sous peine que les indices d'innocuité qu'ils auront recueillis soient invalidés.

**Dominique LUZEAUX, IGA et Frédéric TATOUT, ICA**

thématique dédiée dans le cadre d'Horizon 2020.

En France, l'action des pouvoirs publics semble à la hauteur des enjeux, avec le pôle Minatec, mais les acteurs pourraient accentuer leur présence sur les débouchés en instrumentation, secteur qui a le sentiment d'avoir été « abandonné » de longue date, dans lequel quelques centres de recherche d'excellent niveau subsistent – jusqu'à quand ?

Il est aussi souhaitable qu'une réflexion éthique se développe, même si les risques de dérapage médiatique semblent faibles à ce jour. C'est heureusement le cas, du moins, en Europe. Surtout, vu le décalage entre mythe et réalité, tous les acteurs doivent soigner

la communication afin de ne pas effrayer les citoyens et ne pas décevoir les attentes des marchés. Car nous n'en sommes qu'au tout début... ☺



**Frédéric TATOUT, ICA**

Après un début de carrière scientifique et technique au CEA et à la DGA, Frédéric Tatout a été responsable du développement d'usages numériques au ministère de l'industrie. Retourné à la DGA comme responsable de secteur industriel il dirige des projets innovants pour améliorer la performance du MCO aéronautique au sein du ministère de la défense.

# SE PROTÉGER DU RISQUE NRBC

## UNE NÉCESSAIRE APPROCHE INGÉNIERIE SYSTÈME

Fabienne Majid, ICA

Face aux dangers nucléaires, radiologiques, biologiques ou chimiques, tous les soldats doivent être protégés. L'opération d'armement relative au futur système de protection individuelle fait appel à l'ingénierie système pour mieux maîtriser la complexité.

**A**près la « guerre des gaz » de la première guerre mondiale (dont l'offensive au gaz par l'artillerie allemande sur le chemin des dames en 1917, pendant 16h d'affilée, fut l'un des événements marquants), la menace chimique connaît à nouveau un pic de notoriété suite à une série d'événements sur certains théâtres d'opérations.

Ces événements s'éloignent aujourd'hui du modèle envisagé depuis la guerre froide, qui consistait plutôt à se protéger contre une attaque massive mais courte et à continuer la mission en se protégeant sur une durée relativement limitée.

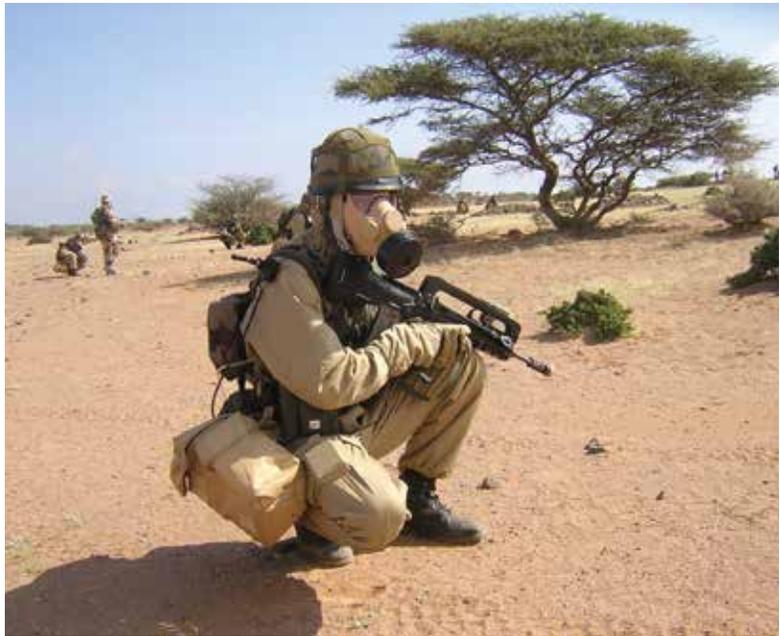
Le contexte opérationnel évolue : menace chimique désormais diversifiée, nécessité de prolonger le combat en ambiance NRBC, nouveaux théâtres d'opération, notamment urbains. Une réflexion globale s'impose donc à présent, sur les moyens de défense biologique et chimique, mais aussi par cohérence nucléaire et radiologique, la manière de les projeter et de les utiliser.

### Assurer la cohérence

Un schéma directeur pour doter les forces d'un système intégré de défense NRBC a été rédigé par l'état-major des armées en 2012. La défense NRBC repose sur les cinq piliers suivants :

- le commandement et la gestion de l'information NRBC,
- la détection, l'identification et la surveillance,
- la protection,
- la gestion des risques et la décontamination,
- les contre-mesures médicales.

Chaque pilier doit être porté à un



Tenue TOM avec masque ANP

niveau de performance suffisant pour conférer à l'ensemble du système de défense NRBC sa crédibilité et sa cohérence.

La mise en place par l'état-major des armées et la direction générale de l'armement d'un comité de pilotage dit SAFIR NRBC (système anticipatif des forces intégré et réactif de défense NRBC) a pour but de répondre à ce schéma directeur et d'assurer la cohérence et la continuité des actions qui vont de l'expression du besoin au retrait du service des équipements. Il s'agit d'assurer :

- La cohérence dans le dialogue entre les multiples acteurs.
- La cohérence des opérations et de leur conduite. C'est une nécessité car la défense NRBC est une fonction transverse, c'est-à-dire qu'elle intègre des équipements NRBC dans des systèmes d'armes divers (navire, véhicule...). Elle est également interarmées.
- La cohérence du système opérationnel. La nécessité de développer un système intégré de la défense NRBC et la densité des réseaux d'acteurs qu'il sollicite, imposent une démarche d'ingénierie système globale.

### Se protéger en opérations

Essentielle au sein de ce schéma, la protection est de deux types : la protection collective qui garantit aux personnels une zone non-contaminée pour pouvoir travailler sans les contraintes ergonomiques de la protection individuelle, et la protection individuelle du soldat.

L'équipement de protection individuelle NRBC doit garantir l'intégrité phy-

sique du porteur en protégeant les voies respiratoires, digestives, les yeux et la peau contre les agents de guerre utilisés sous forme vapeur, liquide et aérosol mais aussi les TICs (Toxique Industriel Chimique), et doit donc permettre de faire face à toute menace NRBC accidentelle ou provoquée.

Il doit permettre au porteur de conduire les missions envisagées dans la totalité des scénarios opérationnels d'emploi NRBC sous divers climats.

L'équipement actuellement en dotation est constitué de sous-ensembles conçus à des périodes différentes et indépendamment les uns des autres :

- **un masque de protection des voies respiratoires et digestives et des yeux**: ANP/VP (appareil normal de protection à visière panoramique) pour l'armée de terre, A3P (appareil de protection à port permanent) pour la marine nationale et ARFA (appareil respiratoire filtrant des armées) pour l'armée de l'air ;
- **une tenue de protection respirante** qui est la tenue TTA (tenue toutes armes) ou TOM (tenue outre-mer) pour un emploi général, et la T3P (tenue de protection à port permanent) dotée d'une propriété ignifuge pour des emplois spécifiques (pilote d'hélicoptère et pilote de char) ;
- **des gants et des chaussettes NRBC** pour la protection des extrémités, adaptés suivant la fonction du porteur (fantassin, pilote).

### Une approche Système

Le futur équipement de protection individuelle nommé EPIA (Ensemble de Protection Individuelle NRBC des Armées) sera réalisé selon une approche système, prenant en compte la globalité de la protection du corps de façon à optimiser tous les éléments d'interface pour garantir la continuité de la protection.

Il devra également être compatible avec les autres équipements individuels non NRBC (armement, équipements FELIN...) ou en environnement proche (ordinateur, tablette, volant,...) du porteur, sans le gêner dans ses missions.

En effet, l'ergonomie est un fac-



Une protection intégrale du combattant avec le système EPIA

teur essentiel pour ce type de système : continuer la mission, donc continuer à se déplacer, à utiliser son armement, etc... avec un masque devient vite un challenge si celle-ci n'est pas réfléchie et maîtrisée pour toutes les morphologies et dans toutes les conditions de mise en œuvre susceptibles d'être rencontrées. Le confort physiologique et la dextérité doivent être conservés sans dégradation des performances et ce pendant toute la durée de port.

Le périmètre d'utilisation d'EPIA couvrira un très large spectre. Les exclusions sont les pilotes d'avion de chasse, et les spécialistes de la décontamination, équipés de systèmes spécifiques (EPPAC ou Equipement de Protection pour Personnel d'Avion de Chasse, et le futur système DELIN pour Décontaminateur à Liaison Intégrée).

De plus, EPIA comprendra à la fois les éléments de protection proprement dits, mais aussi différents accessoires (dispositif de ventilation assistée par exemple) ainsi que le système de soutien nécessaire à la mise en œuvre opérationnelle et permettant notamment d'effectuer les contrôles nécessaires et les opérations de maintenance avant toute utilisation opérationnelle du système, et garantissant que chaque porteur est protégé.

De ce point de vue c'est aussi une approche globale et cohérente qui est demandée.

Les pratiques d'ingénierie système maîtrisées à la DGA deviennent alors essentielles pour s'assurer de l'exhaustivité, de la cohérence et de la bonne compréhension du besoin des forces, pour le décliner en spécifications techniques, puis pour être ensuite à même de contrôler précisément la satisfaction de ces exigences tout au long des étapes de conception et réalisation du produit par l'industriel.

EPIA constitue aujourd'hui le principal pilier de la modernisation de la fonction « protection individuelle » et est un projet important pour les forces, la DGA et l'industrie. ☺



**Fabienne MAJID**, ICA  
Directrice du segment de management défense NRBC

Après avoir occupé de nombreux postes dans le domaine naval, comme architecte naval, manager dans le domaine de l'action sous la mer, puis architecte capacitaire en surveillance maritime, Fabienne Majid rejoint la direction technique en 2008 où elle a été sous-directeur de DGA Ingénierie des Projets entre 2011 et 2015. Elle est DSM Défense NRBC depuis 2015.

# CONTEXTE ET ENJEUX INDUSTRIELS DU NRBC

INTERVIEW DE PHILIPPE DEMIGNÉ, PDG DE BERTIN

## La CAIA : Comment Bertin s'est-il lancé dans ce domaine ?

**Philippe Démigné :** Pendant la Guerre Froide, la connaissance du domaine NRBC était centralisée par l'Etat, qui dirigeait tout, quasiment de A à Z. Par exemple, les masques à gaz étaient fabriqués par les ateliers étatiques du GIAT, qui sont devenus la filiale NBCSys de Nexter. Depuis, l'Etat s'est progressivement ouvert à l'innovation émanant du secteur privé, en partie contraint et forcé, du fait des restrictions budgétaires.

Bertin & Cie a semé une première graine dans le domaine du NRBC au début des années 90, en travaillant aux côtés du CEB (Centre d'expérimentation du Bouchet, aujourd'hui DGA Maîtrise NRBC) sur la problématique de télé-détection de gaz de combat. Compte tenu de la durée de maturation des technologies, il a fallu exercer un effort significatif et de longue haleine, avec une part importante d'autofinancement, pour aboutir à une offre commerciale solide.

Une deuxième graine semée à la fin des années 90, toujours en lien avec le CEB, sur les automates de détection biologique, a débouché sur un détecteur portable d'agents pathogènes sous forme de virus, bactéries, toxines et spores.

Dès sa création en 1999, à partir des cendres de l'entreprise éponyme, l'entreprise Bertin Technologies a identifié le domaine NRBC comme une niche très attractive pour elle, car à la fois stratégique, au sens où elle lui permettrait de figurer dans le cercle quelque peu élitiste des contractants de premier rang de la Défense, et à sa portée, moyennant sa capacité à porter des développements ciblés en collaboration avec les centres de recherche public.

Le caractère doublement dual du domaine, à la fois dans les technologies et sur les produits, nous aura permis d'augmenter la dynamique de développement de l'activité.

Au tout début des années 2000, Bertin a imprimé une forte accélération dans ce domaine, et n'a pas relâché la pression depuis, en misant à la fois sur des développements internes, et sur des opérations de croissance externe comme l'acquisition de SPI Bio, Biotec Centre, IDPS ou dernièrement Saphymo, pour disposer d'un *pool* d'ingénieurs biologistes, chimistes et spécialistes de radioprotection.

Aujourd'hui, l'activité détection NRBC de Bertin, à présent rassemblée au sein de sa filiale Instrumentation, figure parmi ses vaisseaux amiraux. Moyennant quoi, nous sommes devenus un acteur français de référence dans le domaine de la détection, présent sur chaque champ du périmètre NRBC, et dont la palette d'offres est l'une des plus complètes d'Europe.

## La CAIA : Quels sont les enjeux techniques et opérationnels aujourd'hui ?

**Ph.D :** La menace a complètement changé de nature depuis la Guerre Froide ; son concept n'est plus assis sur le paradigme de la symétrie des forces.

Comme c'est le cas, en général, pour tous les types de risque, la perception collective de la menace NRBC s'est développée avec un cran de retard sur la réalité. Son évolution a été marquée par des événements emblématiques, tels que l'attentat du métro de Tokyo en 1995 par la secte Aum – qui n'en était pourtant pas à sa première attaque – et des résultats de l'enquête qui a suivi, ainsi notamment que des tentatives de contamination à l'anthrax de 2001.

La multiplication d'attaques à faibles moyens, mais générant de gros dégâts, marque l'apparition d'un « bruit de fond » aussi sournois que diffus. Dans ce registre, la France a reçu ample confirmation, hélas, que la métropole constitue désormais une cible de premier plan.



*La caméra infrarouge Second Sight, permettant de détecter l'apparition d'un nuage de gaz chimique à distance*

Par rapport à cette nouvelle donne, les acteurs publics s'organisent. Ce faisant, ils affinent l'expression de leurs besoins techniques. La commande publique va donc, mécaniquement, croître et continuer à se structurer, ce qui est absolument crucial compte tenu de la durée très longue de maturation des technologies impliquées. Bertin, quant à lui, part du concept technologique jusqu'à aboutir à la production en série ou à la demande de systèmes fiables, robustes et opérationnels, selon une approche que je qualifierais « à l'allemande ». C'est un aspect clé pour asseoir une offre crédible dans le domaine de la défense et de l'industrie lourde. Cela demande non seulement de faire preuve de flair, mais aussi, de discipline et d'humilité.

Il faut résister à l'appel parfois tentant de se disperser sur les multiples possibilités que laissent entrevoir les « technologies d'après-demain », tout en gardant l'œil et l'esprit très alertes pour être en mesure d'intégrer au moment opportun celles, duales, qui parviennent à maturité et permettant de décupler la performance des systèmes, selon une approche d'innovation incrémentale. Sans quoi on court le risque de se faire distancer par la concurrence.

## La CAIA : Quels sont les enjeux industriels ?

**Ph.D :** De prime abord, le paysage industriel paraît relativement simple. On peut noter tout d'abord que les acteurs majeurs sont issus de pays de l'ancien bloc de l'ouest : Etats-Unis, Europe, plus récemment le Japon. Ceci ne devrait pas évoluer à court-moyen terme, même si l'on voit apparaître des acteurs israéliens, indiens, chinois, etc., pour deux raisons très simples : primo, les technologies utilisées sont relativement pointues ; secundo, même si les technologies sont en partie duales, les matériels sont généralement sensibles à l'export.

A ce stade, on ne voit pas venir de dynamique de rapprochements en Europe.

A contrario, la présence d'acteurs nord-américains s'est intensifiée. Ils ont racheté des entreprises de bon niveau, telles que Canberra, filiale d'AREVA, ou SynOdis, filiale de Merlin Gérin.

Quant à l'offre nationale, elle est atomisée chez de multiples acteurs de taille réduite par rapport

« LA COMMANDE PUBLIQUE VA CROÎTRE ET CONTINUER À SE STRUCTURER, CE QUI EST CRUCIAL COMPTE TENU DE LA DURÉE DE MATURATION DES TECHNOLOGIES »

aux leaders européens et US. Par exemple, deux acteurs nationaux de référence de la détection, que sont Bertin et ProEngin, font presque figure de nains face à Brüker GmbH, à Smiths Detection ou à Mirion Technologies. Il faudra donc être très forts, lorsque l'ouverture des marchés, encore très timide, deviendra une évidence (cf. encart).

La demande s'étend désormais bien au-delà des ministères de

la Défense. En ce qui concerne la France, elle était atomisée, elle aussi, mais tend à se structurer.

C'est un point extrêmement positif, crucial pour l'industrie française, dans la mesure où, comme la dynamique de la demande nationale ne permet pas de pérenniser à long terme le développement des acteurs nationaux face aux concurrents étrangers, les références commerciales qu'ils seront en mesure de gagner en France n'en seront que plus visibles pour réussir leur développement à l'export en vue d'atteindre une taille critique, à un horizon de temps où le marché mondial se sera fluidifié. Par ailleurs, la France dispose de centres de recherche publique de tout premier plan dans les technologies duales concernées. Au-delà de l'enjeu indéniable de souveraineté nationale porté par certains, il s'agit d'un atout fort, sur lesquels les acteurs nationaux doivent et devront continuer à s'appuyer.

En conclusion, au-delà de ses capacités industrielles, la France apparaît, dans ce domaine comme tant d'autres, avant tout comme un pays de créateurs, d'ingénieurs ; bref, elle dispose de tous les bons ingrédients pour réussir... mais il reste à renforcer sa capacité à transformer des inventions en innovations porteuses de résultats industriels et économiques.

Propos recueillis par  
**Frédéric Tatout** 

### PAYSAGE INDUSTRIEL DE LA LUTTE NRBC

Le marché mondial est évalué à 11 Md\$ en 2016 (8 Md\$ en 2009, 13 Md\$ en 2020). Le marché allemand est de l'ordre de 200 MUSD – bien supérieur au marché français. Parmi les 20 leaders mondiaux en termes de chiffre d'affaires dans ce domaine, on dénombre 16 acteurs européens, répartis de la manière suivante : 4 français (CNIM / Bertin, NBCSys, Paul Boyé, ProEngin), 4 allemands, 4 britanniques, 1 italien, 1 finlandais et enfin, l'irlando-américain Tyco International. (source : CBRN Defence Market report 2016-2016, Global Information Inc.)

Les leaders mondiaux sont :

- **Mirion Technologies (USA)**, née du regroupement en 2006, sous l'égide d'American Capital (ACAS) de deux sociétés des Etats-Unis et d'une entreprise française, SynOdis, filiale de Merlin Gérin, spécialisée en dosimétrie. En 2005, ces trois entreprises généraient 150 M\$ de CA et employaient 742 personnes. Le CA 2015 est estimé à 5,2 Md\$. Le site français de Mirion, basé à Lamanon employait 400 personnes en 2013. En juillet 2016, Mirion a fait l'acquisition de Canberra, filiale d'AREVA spécialisée en radiologie (250 employés – CA 43 M€) ;
- **Brüker (Allemagne)** : création 1961 Karlsruhe Allemagne, effectif 6000, CA > 2 Mds€ ;
- **Smiths Detection (Royaume-Uni)** : 2 400 employés, 650 M€ de CA.

En France, l'activité NRBC de Bertin (nichée dans Bertin Instrumentation) - CA de l'ordre de 35 M€. Celle de ProEngin (détection de gaz in situ) est de l'ordre de moitié. Les acteurs NBCSys et Paul Boyé ont également une forte activité dans le domaine NRBC.



**Philippe DEMIGNÉ**, IPA  
PDG de Bertin Technologies

Philippe Demigné (X - ENSTA), après un diplôme MBA de l'INSEAD, a été, jusqu'en 1992, responsable de programmes de systèmes de guerre électronique à la DGA, puis directeur associé du Cabinet de conseil en stratégie Arthur D. Little de 1993 à 1997. Il est Président de Bertin depuis 1998 et directeur général de CNIM Systèmes industriels depuis 2008. Le secteur « Innovation & Systèmes » comprend deux entités opérationnelles : la division « CNIM Systèmes industriels » et la filiale Bertin. Philippe Demigné est également vice-président de l'Association française des Sociétés de Recherche Contractuelle (ASRC).

# LA MENACE NRBC-E :

## LA RÉPONSE INDUSTRIELLE DES MEMBRES DU GIE DÉFENSE NBC

Michel Ranquet, Délégué général du GIE Défense NBC

La menace NRBC-e est omniprésente. L'industrie, le transport, les épidémies, les conflits et le terrorisme sont autant de sources de risques de nature nucléaire, radiologique, biologique, chimique ou/et explosif.

Le Groupement d'intérêt économique « Défense NBC », créé en 1981, regroupe les principales entreprises françaises du domaine d'activité NRBC-e afin d'offrir à leurs clients français et étrangers les meilleures solutions pour leur défense.

L'évolution de la menace (l'agression militaire, le terrorisme ou l'accident industriel), l'évolution de la nature de l'agression (nucléaire, radiologique, biologique ou chimique) et le respect de l'environnement sont un souci permanent du groupement qui associe au fil du temps de nouvelles compétences pour offrir des solutions adaptées.

Nos clients sont les militaires, les pompiers, les services de sécurité, les forces de l'ordre, les industriels et opérateurs, mais également les médecins, le personnel hospitalier, les services d'urgence et les collectivités.

Partenaire des grands services étatiques militaires et civils, Défense NBC présente via ses membres une offre complémentaire, cohérente et quasi-exhaustive qui couvre dans les domaines N, R, B, C et E, les besoins de détection, alarme et identification, protection individuelle et collective, décontamination des hommes, des matériels et des infrastructures, traitement médical et élimination des produits toxiques et des matières dangereuses.

Constitué de PME innovantes, d'ETI et de filiales de grands groupes leaders dans les domaines de la sécurité et de l'environnement, Défense NBC participe pleinement à la réponse de nos démocraties pour la sécurité de leurs populations, de leurs patrimoines et de leurs territoires.

Les entreprises membres de Défense NBC ont développé une clientèle internationale et les produits français de protection NRBC-e sont utilisés dans les principales régions du monde par les forces armées et les organismes de sécurité civile.

Le chiffre d'affaires consolidé représente dans le seul domaine NRBC plus de 400 millions d'euros dont un tiers à l'exportation. Nos entreprises emploient en France, pour la seule activité NRBC, plus de 1 000 personnes. Défense NBC est composé de 14 membres :

- BERTIN Technologies (groupe CNIM)
- CEGELEC Défense & Sécurité (groupe VINCI)
- Commissariat à l'énergie atomique (CEA)
- HOWA Tramico (groupe HOWA)
- JACOBI Carbons – PICA (groupe Osaka Gas Chemicals)
- Laboratoires SERB
- MIRION Technologies (groupe MIRION)
- NBC-Sys (groupe NEXTER)
- PAUL BOYÉ Technologies
- Pharmacie centrale des Armées (DCSSA)
- PROENGIN
- SP Defense (groupe Honeywell)
- THALES Communications & Security (groupe THALES)
- UTILIS

### La surveillance, la détection et l'alarme



Les moyens proposés sont des détecteurs d'alerte et de contrôle individuels ou collectifs, portatifs, mobiles ou fixes. Ils permettent de surveiller des zones (détection de gaz à distance), de surveiller des ambiances (détecteurs biologiques, collecteurs d'aérosol), de détecter à proximité ou à distance des sources radioactives, de détecter des explosifs.

Enfin, des équipements spécifiques permettent d'effectuer une identifi-

cation rapide des agents toxiques afin de soit lever le doute ou a contrario de poursuivre l'analyse en laboratoire.

En cas d'alerte ou d'occurrence d'une crise NRBC-e la protection de l'homme doit être assurée de manière individuelle ou collective.

### La protection de l'homme



La protection individuelle des personnes est assurée par des équipements de protection du corps (tenues filtrantes NRBC, tenues étanches) et par des équipements de protections des voies respiratoires (masques, cartouches filtrantes, cagoules).

En cas de risque NR, les dosimètres permettent de contrôler le niveau d'exposition des personnes.

La protection collective fait appel à des centrales de filtration NRBC incorporés dans les abris, tentes, véhicules et navires.

### Le soutien des opérations en environnement critique et la gestion de crise



Le soutien des opérations en environnement critique fait appel à des solutions de structures autonomes mobiles et déployables (tentes, shelters) pour l'ensemble des besoins opérationnels (protection collective, décontamination, hôpitaux mobiles, centres de gestion de crise et d'opérations, bases vie...). La gestion d'une crise NRBC-e nécessite également des systèmes de management des risques, de commandement opérationnel et de réponse globale.

### Le retour à la normale



Après une agression de nature NRBC-e, un ensemble de moyens permettent de revenir à une situation normale : contre-mesures médicales, décontamination des personnes et des équipements et dépollution.

En résumé, la défense NRBC-e demande de nombreux équipements, très variés pour des utilisateurs nombreux. Les technologies ne peuvent être raisonnablement, ni regroupées en une maîtrise d'œuvre globale, ni rassemblées dans une seule société. Le GIE Défense NBC contribue à entretenir les nécessaires liens entre les différents acteurs et opérationnels de la Défense et de la Sécurité civile et les industriels membres du Groupement. ☺

# ELOIGNER L'HOMME DU DANGER

APPORT DE LA ROBOTIQUE FACE AUX RISQUES NUCLÉAIRE, RADIOLOGIQUE, BIOLOGIQUE ET CHIMIQUE

Guénaël Guillerme, ICA

La multiplication des attentats et des incidents à caractères biologiques ou chimiques à travers le monde, a rendu nécessaire le « lever de doute » dans chaque situation identifiée comme une menace. Ces nouveaux risques appellent de nouvelles réponses impactant directement la définition des moyens d'actions à mettre à disposition des équipes d'intervention. Parmi ces moyens, les systèmes robotisés occupent une place essentielle. Ils permettent en effet d'effectuer des observations ou actions déportées en limitant l'exposition des hommes face aux dangers.

Les trente dernières années ont vu la survenue de nouveaux types d'événements de nature radiologique ou chimique : accidents industriels (Tchernobyl, AZF Toulouse, Fukushima) ou attentats (dispersion de sarin dans le métro de Tokyo en 1995), entraînant une nouvelle appréciation de la menace de dissémination, par différents vecteurs, d'agents radiologiques, biologiques ou chimiques - menace dite « NRBC-e » (« e » pour « explosifs »).

Depuis la fin des années 90, des sociétés françaises et internationales ont donc investi pour développer des nouvelles réponses et solutions pour traiter les menaces NRBC-e et les conséquences d'un événement sur 3 axes principaux : la détection ou caractérisation de produits, la neutralisation des menaces, la protection des biens et des personnes.

## Etat de l'art en matière de détection et caractérisation

Différentes technologies de capteurs permettent de donner des informations brutes sur les agents à détecter, produits chimiques, toxiques de guerre, explosifs, éléments radioactifs par :

- prélèvement et analyse d'un frot-tis directement réalisé sur le colis suspect ;
- aspiration de vapeur via un capteur, qui grâce au principe de la spectrométrie à émission de flamme, détecte différents élé-

ments chimiques, toxicologiques ou explosifs ;

- radiographie X, qui fournit une image de l'intérieur d'un colis mais pas d'information sur la nature des matériaux ;
- émission d'ondes électromagnétiques à hautes fréquences avec un radar de type GPR (Ground Penetrating Radar) qui détermine la forme d'un objet enterré dans le sol ;
- interrogation neutronique, technique qui caractérise chimiquement les matériaux en complément de la radiographie X.

## Etat de l'art en matière de neutralisation

Pour la phase de neutralisation, le choix des moyens est corrélé avec le type de menace et le niveau de risque associé. Les principales technologies employées sont :

- l'utilisation de canons à eau pressurisée (disrupteurs) focalisés sur la cible à neutraliser ;
- la découpe par un jet d'eau à haute pression mis en œuvre avec une tête motorisée permettant de réaliser des découpes circulaires ou linéaires ;
- le brouillage qui rend inopérants les Engins Explosifs Improvisés (EEI) dont la mise à feu est déclenchée par une télécommande à distance ;
- la cryogénie, par la diffusion d'azote liquide à l'intérieur d'un colis suspect qui neutralise toutes les parties électroniques de l'EEI,

permettant ainsi au démineur de désamorcer le système.

L'ensemble de ces moyens (détection et neutralisation) peuvent être mis en œuvre manuellement à proximité des objets suspects par les techniciens d'intervention équipés des protections appropriées. Cependant, des robots télé-opérés à distance apportent un bénéfice considérable en permettant d'éloigner l'homme du danger, et de réaliser des missions d'une durée supérieure à ce qu'autorisent les performances et/ou les contraintes d'une combinaison de protection.



La robotique pour la sécurité des hommes

## Les robots d'intervention pour le traitement des menaces

L'utilisation de robots terrestres a débuté par des applications militaires au cours de la seconde guerre mondiale avec les premiers robots filoguidés. D'autres applications ont vu le jour dans les années 70 avec la conquête spatiale, et le développement du domaine nucléaire civil pour des interventions en exploitation ou en cas d'accident comme récemment à Fukushima.

Dans les opérations de lutte contre-EEI, les premiers robots sont également apparus à partir des années 70, utilisés en particulier par l'armée britannique pour effectuer des interventions antiterroristes en Irlande du Nord.

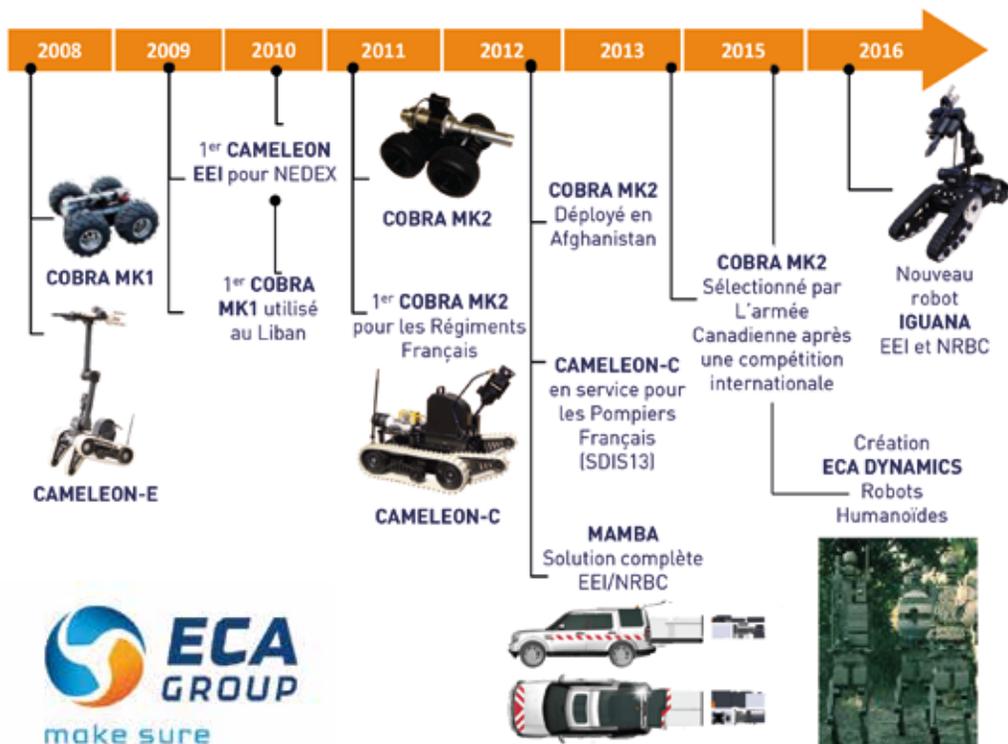
Depuis les années 90, l'utilisation des robots s'est généralisée et les équipes de traitement des menaces sont aujourd'hui équipées de systèmes performants dotés des dernières technologies des domaines de l'électronique et des communications. En fonction de l'évolution des menaces et des missions à accomplir différentes tailles et configurations

de robots ont été développées tel qu'illustré sur la figure ci-dessous. Les robots peuvent embarquer une ou plusieurs charges utiles ou modules de mission dédiés à des fonctions spécifiques telles que :

- inspection : tourelle camera 360°, caméra thermique, mât télescopique ;
- traitement EEI : bras manipulateur multi-axes, orienteur canon, rayons X, GPR, dépôt de charge explosive ;
- traitement NRBC : emport de capteurs chimiques ou radiologiques, collecteur d'échantillons liquide ou gazeux.

Ces différents robots dotés de fonctions d'assistance (navigation autonome, franchissement d'obstacle automatique ou semi-automatique, reconnaissance de forme...) permettent ainsi à l'opérateur de se concentrer sur sa mission de base qui est l'élimination de la menace.

Dans ce domaine ECA Group, société 100 % française, excelle dans le domaine de la robotique multi-milieux et propose une large gamme de robots terrestres, éprouvés et en opérations dans les forces de défense et de sécurité pour traiter tous types de menaces.



### Les perspectives pour le futur

Les orientations aujourd'hui visent à simplifier autant que possible le pilotage des robots à travers des systèmes de contrôle intuitifs, à augmenter l'efficacité opérationnelle par la collaboration entre robots des différentes familles et par l'autonomie d'analyse et de traitement obtenue par l'intelligence embarquée dans les systèmes. Dans cette optique ECA Group a développé une station de pilotage intuitive commune à l'ensemble des robots et travaille sur l'intégration de modules de reconnaissance et de pilotage auto-

nome dans des environnements complexes. L'amélioration de la mobilité et des capacités de franchissement des robots sont également des enjeux majeurs et ECA Dynamics, créée en 2015, explore les possibilités offertes avec les systèmes à stature humanoïde pour les applications Défense et Sécurité. Toutes ces évolutions restent focalisées sur l'objectif majeur qui est de permettre à l'homme de réaliser des interventions en sécurité dans des milieux toujours plus hostiles et face à des menaces qui sont, jour après jour, plus diffuses et plus sévères. ☺



**Guénaël GUILLERME**, ICA  
*Directeur Général  
 ECA SA. Président  
 Directeur Général  
 ECA ROBOTICS*

Guénaël GUILLERME est ingénieur ENSTA Bretagne, titulaire d'un Master en Systèmes Informatiques de l'ISAE (1987). Ingénieur chez DCNS de 1987 à 1997, il entre chez ECA où il sera en 1999 Président Directeur général. En 2008, il quitte le groupe pour mener un projet personnel et le réintègre comme Directeur général en février 2013.

# LA GUERRE CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE CONTINUE SOUS TERRE !

Xavier Lebacqz, IGA

Moi qui suis plutôt un manuel, j'ai toujours eu tendance à utiliser mes cinq sens pour apprécier mon environnement. Lorsque j'étais en fonction dans les domaines de la dépollution à la DGA, j'avais la mauvaise propension à vouloir sentir et goûter ce que je trouvais sur les sols pollués ou susceptibles de l'être... Je remercie encore un de mes camarades IGA, bien au fait des armes chimiques et biologiques, de m'avoir empêché d'ouvrir des fioles et de goûter des poudres...

**E**n 1763, des colons Britanniques étaient assiégés dans le fort Pitt sur l'emplacement de l'actuelle Pittsburg aux USA. Pendant les pourparlers, un officier du fort offrit aux indiens Delaware deux couvertures et un foulard qui avaient été exposés à la variole en espérant transmettre la maladie aux Amérindiens et les forcer à lever le siège. William Trent, le commandant de la milice, écrivit dans son journal que l'objectif de donner les couvertures était de « transmettre la variole aux Indiens ».

Je n'ai pas trouvé trace plus ancienne de guerre bactériologique, mais l'imagination humaine peut avoir usé de tels moyens bien avant. L'entomologiste Jeffrey Lockwood aurait ainsi émis l'hypothèse que l'Arche d'alliance pouvait avoir été mortelle lors de son ouverture parce qu'elle contenait des puces mortelles.

Le Japon a pratiqué la guerre « entomo-bactériologique » à grande échelle pendant la seconde guerre mondiale en Chine avec le largage de puces infectées par la peste et des mouches porteuses du choléra. Il en est résulté des épidémies meurtrières qui auraient entraîné la mort de près de 500 000 Chinois.

La France fait pâle figure à côté, car la seule idée dont j'ai eu connaissance (suis-je innocent ?) est celle de certains experts de guerre biolo-



Des munitions de toutes sortes ressortent de terre cent ans après.

gique qui avaient suggéré en 1939 que le doryphore soit utilisé contre les cultures allemandes pour affamer les populations...

**« LA GUERRE  
BIOLOGIQUE PEUT  
AUSSI S'ATTAQUER  
AUX RESSOURCES  
ESSENTIELLES  
À LA VIE »**

On voit là d'ailleurs que la guerre biologique peut aussi s'attaquer aux ressources essentielles à la vie et pas directement à l'être humain...

Pour les armées chimiques, c'est surtout durant la première guerre mondiale qu'elles ont été développées et utilisées intensément (phosgène, ypérite aussi appelé gaz moutarde, chlore, arsine) et

ont conduit à laisser dans les sols des quantités énormes de munitions chimiques non explosées mais aussi des stocks d'armes qui, laissés plus ou moins à l'abandon, ont fini par présenter un danger de fuite dans l'environnement.

La Convention sur l'interdiction de la mise au point, de la fabrication, du stockage et de l'emploi des armes chimiques et sur leur destruction de 1993, entrée en vigueur le 29 avril 1997, exigeait de ses signataires la destruction de leurs stocks dans un délai de dix ans. Plusieurs pays européens et notamment, la Belgique, l'Allemagne et la France (programme SECOIA), ont donc lancé des programmes de destruction d'obus et armes chimiques qui polluent encore aujourd'hui nos sols meurtris.

Le projet français SECOIA, piloté par la DGA et réalisé par ex-Astrium (Airbus Defense and Space) est entièrement automatisé. Il doit faire exploser dans une chambre blindée et étanche les

## L'AFFAIRE DES POISONS : UN SÉRIEUX MANQUE DE TRAÇABILITÉ

Dans un contexte somme toute très classique de luttes d'influences sous Louis XIV, des enquêtes (doublées de conflits d'intérêt) sur des empoisonnements crapuleux menèrent à une filière d'empoisonnements politiques potentiels. Ainsi furent culpabilisés une dizaine de bonne aventure, puis sa consœur « La Voisin », puis de nombreux présumés intermédiaires, certains dénonçant des personnages en vue, voire aggravant leur cas en accusant madame de Montespan, brillante favorite du roi, qui avait suscité des inimitiés.

Parmi les présumés impliqués, il y avait des personnages importants : une « chambre ardente », tribunal ad hoc créé pour l'occasion, jugea plus de 400 accusés et rendit des peines lourdes : 36 condamnations à mort et 4 aux galères. La Voisin fut brûlée en 1680, et les dossiers et rapports de l'affaire des poisons furent détruits en 1682, sur ordre du roi.

Comme le dit le ministère de la Justice d'aujourd'hui, cette affaire hors normes fait perdre le sens critique aux magistrats de la chambre (...) qui ne remarquent pas que Louvois intervient en sous main et que la plupart des grands seigneurs ou grandes dames mis en cause sont des amis ou des protégés de Colbert.

Au final, les procès et les scandales politiques n'ont concerné que l'intention d'emploi des poisons, par des personnages considérés comme sulfureux. Aucune information n'est conservée sur la filière des poisons eux-mêmes.



22 février 1680 : La Voisin est brûlée vive en pleine Affaire des Poisons : une affaire toxique ?

munitions. L'usine sera donc sans cheminée. Elle doit entrer en service prochainement.

On estime que sur le milliard d'obus tirés sur toute la ligne de front de 14-18, 15 % n'ont pas explosé... Comme les sols font remonter les objets en surface, on récolte encore aujourd'hui bon an mal an près de 600 tonnes d'armes diverses dont des armes chimiques!

La Russie et les pays de l'ex-Union Soviétique, mais aussi les USA, ne sont pas en reste et font face à un problème colossal de destruction de stocks et de dépollution. En Russie, ce sont des dizaines de milliers de tonnes de munitions qui sont à détruire! Les usines de traitement tournent à plein régime!

Mais la pollution chimique des sols ne s'arrête pas aux obus, elle concerne aussi tous les composés utilisés dans la fabrication des munitions : des milliards de billes de plomb durci d'arsenic et/ou d'antimoine ont été fabriquées pour les obus Shrapnel les plus utilisés dans les zones de tranchées. Des tonnes de mercure ont été libérées par les amorces (d'obus, balles et autres engins). Le perchlorate également utilisé dans les munitions et propulseurs est aussi toxique pour la thyroïde.

C'est ainsi qu'en 2012 l'eau potable dans certaines villes du Nord-Pas de Calais devint impropre à la consommation et fut interdite à la consommation à cause d'une pollution au perchlorate. Et ce n'est pas fini...

Voilà un bref aperçu de la situation et il y a là un véritable enjeu pour la santé publique, la faune et l'environnement. ☹

« LA POLLUTION DES SOLS CONCERNE TOUS LES COMPOSÉS UTILISÉS POUR LES MUNITIONS »



Xavier LEBACQ,  
IGA, consultant

Xavier Lebacq a effectué une grande partie de sa carrière à la DGA dans une large palette de métiers, dont celui de directeur de programme du PA CDG. Après avoir supervisé les études du second porte-avions, il s'attela au démantèlement du Clémenceau puis de tous les matériels militaires avant de quitter l'administration en 2010.

# MÉDICATION DE GUERRE : PRINCIPE DE PRÉCAUTION ET ENJEUX OPÉRATIONNELS

Denis Plane, IGA

De nouvelles substances sont introduites lors de la guerre du golfe, traitement contre les neurotoxiques et Modafinil. Le débat n'est pas clos.

## La lutte contre les neurotoxiques : principes de précaution

Les militaires ont longtemps disposé d'un médicament préventif contre les neurotoxiques, la Pyridostigmine. Dans le civil, ce médicament est largement prescrit par des médecins généralistes, notamment pour des troubles intestinaux ou gastriques. Il est réputé n'avoir aucun effet sur la capacité de conduire.

Les doses à la disposition du SSA pour la guerre du Golfe sont moitié de celles que tout médecin peut dispenser en France à ses patients. Toutefois l'usage de la Pyridostigmine à titre préventif a été restreint pour l'armée de l'Air, une étude américaine laissant un doute sur ses effets sur la capacité des pilotes. Dans l'armée de Terre, les ordres n'ont pas toujours été transmis de façon claire, ni traçable.

Plus tard, un traitement « de deuxième génération » est issu des recherches de la DGA/DRET (Direction des Recherches, Etudes et Techniques) et du SSA (Service de santé des armées) en coopération internationale. Il s'injecte par une seringue spéciale mélangeant 3 produits : Atropine, Valium et Pralidoxine (les lots de seringues seront achetés aux Pays-Bas au titre d'achats croisés). Il est beaucoup plus efficace contre certains neurotoxiques que l'atropine seule.

Les pilotes pouvaient l'utiliser seulement en traitement d'urgence en cas d'intoxication. Ailleurs, on observe doutes, non-respect des consignes, voire automédication, aux conséquences potentiellement dommageables, et en conséquence des « flottements » de la communication ultérieure du ministère de la Défense.

## Dans le civil aussi

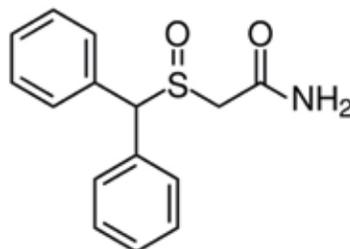
Le code du travail comporte plus de 200 articles sur le risque biologique et chimique. Les laboratoires de biologie des hôpitaux militaires font partie, avec ceux de Grenoble et de Marseille, antennes de l'Institut de recherche biomédicale des armées (Irba), du réseau national des laboratoires « Biotox – Piratox ».

Mais le danger des neurotoxiques n'est pas un argument pour administrer des substances non autorisées, puisqu'il faut attendre l'arrêté du 14 novembre 2015 autorisant l'utilisation de sulfate d'atropine, solution injectable 40 mg/20 ml PCA antidote des neurotoxiques organophosphorés, pour que les secours puissent utiliser l'antidote contre les armes chimiques.



Précaution maximale, performance minimale ?

## Le Modafinil dans la guerre du Golfe : pour quelques heures d'éveil de plus



La France a développé dans les années 1980 une substance « éveillante » (nom de code Virgyl) plus connue sous le nom de Modafinil. Les recherches ont été menées par le Centre d'Etudes et de Recherche de Médecine Aérospatiale (CERMA) du SSA, en collaboration avec un laboratoire pharmaceutique<sup>1</sup>.

L'intérêt était évident pour les pilotes, les contrôleurs aériens, les conducteurs de poids lourds ou les unités spécialisées comme les commandos parachutistes. De plus, il s'agissait d'éviter des modes de dopage peu contrôlés qui pouvaient être prescrits dans des conditions mal maîtrisées, comme les amphétamines.

Juste à temps pour la guerre du Golfe, le Modafinil était prêt et avait fait l'objet de nombreuses expérimentations sur l'animal et d'une brève expérimentation sur huit volontaires (opération Dauphin, en décembre 1990) dont les conclusions sont positives puisque le « Virgyl » permettait la conservation des pleines capacités malgré une privation de sommeil de 48 à 60 heures. On avait même vérifié qu'il n'y avait pas d'incompatibilité entre le Modafinil et les médicaments de lutte contre les neurotoxiques, sur des singes rhésus intoxiqués.

## Un SSA méfiant

Selon le comité d'éthique du SSA, réuni avant cette expérimentation humaine, le Modafinil est une substance « ... efficace et pratiquement dépourvue d'effets secondaires » mais il faut définir les conditions d'emploi sur l'homme « avant que son usage ne soit autorisé, usage qui ne pourrait être qu'exceptionnel ».

<sup>1</sup> La DCSSA ne tirera pas de retour sur investissement

et sur ordre des instances hiérarchiques supérieures ».

Toutefois les risques de détournement ou d'excès sont notés : pour le comité d'éthique, « il est très grave de s'engager dans la voie de l'usage à des fins non thérapeutiques de ce type d'agent pharmacologique. Il émet les plus expresses réserves vis-à-vis d'une généralisation de son emploi. L'expérimentation projetée chez l'homme ne doit être entreprise que pour déterminer les conditions de son emploi dans des conditions tout à fait exceptionnelles, l'ordre d'utilisation de la substance ne devant être donné que par une des plus hautes autorités de la Défense nationale ».

### Un emploi militaire variable

En janvier 1991 ce médicament a été livré aux forces, avec consigne de limiter son utilisation « à des situations opérationnelles dont l'évaluation appartenait au commandement, lui seul étant à même d'en ordonner l'emploi. »

Il faut noter que sur le territoire national, sans autorisation de mise sur le marché préalable, son emploi est normalement interdit.

L'armée de l'Air avait limité l'emploi et défini une procédure d'autorisation :

- demande d'emploi par le Commandant d'unité ou le Commandant de bord ;
- autorisation sur place par le Commandant des Eléments Air, ou par le commandement d'emploi pour les missions au départ de la métropole ;
- prescription par le médecin de l'unité dans le strict respect de la posologie, avec des cycles de sommeil imposés.

Dans l'armée de Terre, chefs de corps et médecins ont eu des interprétations variables, d'autant plus que les informations (posologie, précautions) n'étaient pas toujours diffusées<sup>2</sup>. Aujourd'hui la chaîne de commandement est clarifiée, des spécialistes NRBC aux référents qualifiés dans les unités.

<sup>2</sup> Dans un cas, le médecin-chef ne connaissait le produit que par un article paru quelques semaines plus tôt dans un numéro de « Médecine et Armées » qu'il avait emporté avec lui



Primum non noscere

« **PRENDRE UN RISQUE POUR SE PROTÉGER D'UN RISQUE PLUS GRAND ENCORE ; UTILISER DES PRODUITS DOPANTS POUR ÉVITER LES ACCIDENTS OU ACCROÎTRE LES PERFORMANCES : LA RÉGLEMENTATION NE SUFFIT PAS POUR TROUVER LE JUSTE ÉQUILIBRE** »

### Régularisation et déontologie

Le Modafinil a reçu l'autorisation de mise sur le marché (A.A.M.), avec des restrictions pour éviter un usage autre que thérapeutique en 1992, donc bien après la guerre du Golfe.

Sur le terrain en 1990, comme le note un rapport d'inspection, la notice explicative était précise, mais pas authentifiée par une autorité du Service ; l'idée d'une prescription médicale sur ordre du commandement n'était pas claire. Le Modafinil est destiné à améliorer les capacités opérationnelles mais ce n'est ici ni un médicament ni un vaccin, et pose un problème déontologique : pour parler brutalement, le médecin ne peut ni être solidaire d'un usage de drogue (ni

a fortiori en décider l'emploi) ni laisser les forces juger seules de l'emploi d'une substance développée par le SSA.

Finalement, le Modafinil a été efficace, sans effet secondaire, mais sans que le SSA puisse savoir exactement le nombre de militaires concernés alors qu'il s'agissait pourtant d'une molécule nouvelle.

### Il reste de la place pour les pionniers

La lutte contre les effets des neurotoxiques, le développement et l'emploi du Modafinil posent des questions qui rappellent les armements nouveaux, mais qui soulèvent plus que ces derniers des problèmes de décision individuelle. Peut-on se doper pour gagner la guerre, comme un coureur pour gagner le tour de France ?

Peut-on utiliser des substances pas encore agréées ? Les militaires en OPEX sont-ils dispensés de l'agrément civil ?

Quelles sont les responsabilités de la hiérarchie et des spécialistes ?

En conclusion personnelle, je dirais que la stricte application de règles ne mène nulle part, mais également que la constitution de règles saines prises isolément mène à une situation sans issue. C'est peut-être cela qu'on reproche à Bruxelles : la bonne foi bloquante. Et c'est ce qui fait peur mais fait notre valeur : la responsabilité devant les choix impossibles.

Et aujourd'hui, où sont les pionniers ? Tout simplement dans la complexité et dans les développements parallèles des capacités des opérateurs et des machines puis dans leur intégration tout en respectant les principes de précaution du jour. Il y a du boulot ! ☺



**Denis PLANE,**  
IGA

Denis Plane a dirigé le Service technique des technologies communes, dont la division « Sciences de l'homme » comprenait plusieurs médecins et pharmaciens.

# RISQUES BIOLOGIQUES ET CHIMIQUES EN VITICULTURE

Stéphane Nativel, ICA

## Une jolie vigne pour un bon rendement et une belle qualité

Seize ans après notre installation dans le vignoble bordelais, les paroles rassurantes de mon conseiller viticole résonnent encore à mes oreilles : « Tu peux acheter cette propriété sans crainte car elle est bien entretenue : les feuilles sont vertes, pas de maladies, pas de ravageurs, le sol est bien désherbé et bien nourri par les engrais ; tu feras le rendement ! »

En 2001, pour obtenir un tel résultat, un bon vigneron bordelais avait besoin de l'aide précieuse, jugée indispensable, des produits chimiques communément appelés pesticides. Il était courant de traiter et de désherber sans discernement pour soigner sa vigne et augurer d'un bon rendement.

Les vignes représentent 3,7 % de la surface agricole française et consomment 14 % des pesticides utilisés. Cherchez l'erreur !

## Les pesticides, au service d'un bon rendement... mais source d'une dépendance excessive

Dérivé de l'anglais « pest » (ravageurs) et de « cide » (tuer), le terme pesticide regroupe l'ensemble des substances utilisées pour prévenir, contrôler ou éliminer les organismes jugés indésirables. Majoritairement utilisés en agriculture, ils sont classés par type d'usage : herbicides, insecticides, fongicides (contre les champignons comme le mildiou ou l'oïdium) ou encore engrais. La plupart de ces pesticides, plus noblement appelés produits phytosanitaires, sont des molécules organiques de synthèse : plus de 500 substances actives entrent dans la formulation de près de 3 000 produits commercialisés. Ceux-ci bénéficient d'une autorisation de mise sur le marché (AMM) après une procédure d'évaluation du risque pour le consommateur, l'utilisateur et l'environnement. Ainsi, si réguliè-

ment des substances sont interdites à l'usage, parallèlement de nouvelles substances sont autorisées. Contribuant à l'essor considérable des rendements de la production agricole ces cinquante dernières années, les pesticides ont aussi constitué un progrès pour la santé publique dans leur élimination de certains insectes vecteurs de maladies. Faciles d'accès et d'emploi, ils se sont révélés très efficaces pour lutter contre les mauvaises herbes, champignons ou insectes nuisibles. Ainsi de 1945 à 1985, leur consommation a doublé tous les dix ans, la France devenant le troisième consommateur mondial de pesticides et le premier utilisateur en Europe.

Rendant ainsi de fiers services à la production agricole, les pesticides nous ont cependant entraînés dans une dépendance excessive à leur usage qui porte atteinte à l'environnement et à la santé des hommes.

## Les pesticides induisent de nombreux risques pour l'homme et l'environnement

Emportés par les eaux de ruissellement, diffusés dans les eaux souterraines, volatilisés dans l'atmosphère ou stockés dans les sols, les pesticides se retrouvent dans de nombreux écosystèmes et dans les aliments.

Bien qu'au départ utilisés contre un nuisible, leur cumul tout au long de la chaîne alimentaire et dans l'environnement peut présenter des risques pour l'homme ou les êtres vivants à court ou long terme.

Dès 1962, la biologiste américaine Rachel Carson tire pour la première fois la sonnette d'alarme en démontrant l'effet délétère des pesticides (en particulier du DDT, insecticide interdit en 1972) sur l'environnement, les oiseaux et certains batraciens, provoquant aussi des difficultés de reproduction d'invertébrés.

Agriculteurs, écoliers, cyclistes, consommateurs, environnement : personne ne peut se soustraire aux dangers des pesticides !

*« RENDANT AINSI DE FIERES SERVICES À LA PRODUCTION AGRICOLE, LES PESTICIDES NOUS ONT CEPENDANT ENTRAÎNÉS DANS UNE DÉPENDANCE EXCESSIVE À LEUR USAGE QUI PORTE ATTEINTE À L'ENVIRONNEMENT ET À LA SANTÉ DES HOMMES »*

Les professionnels, agriculteurs, viticulteurs ou concepteurs en manipulant, pulvérisant ou respirant ces produits, se retrouvent les premiers exposés et forment la catégorie la plus à risques et la plus surveillée. Les impacts d'une contamination accidentelle massive sont connus : cela passe de l'irritation cutanée à l'atteinte du système nerveux central.

Mais on ne cerne pas encore bien les effets d'une contamination chronique. L'évaluation de l'impact sanitaire s'avère délicate car les doses absorbées sont souvent faibles et il est nécessaire de les étudier sur le long terme. D'autant plus que l'on n'ingère pas qu'un seul type de pesticide ! Les scientifiques s'attachent actuellement à mesurer l'effet « cocktail », c'est-à-dire l'effet combiné de pesticides de familles chimiques différentes et aux effets toxicologiques distincts. L'Inserm a publié en 2013 une synthèse basée sur trente ans de travaux épidémiologiques et toxicologiques, menés sur une population professionnelle. Le rapport

met en évidence une quinzaine de pathologies induites par une exposition aux pesticides : maladie de Parkinson, lymphome non hodgkinien, cancer de la prostate ou myélome multiple (sorte de cancer du sang). Il existe aussi des preuves assez fortes pour les leucémies, la maladie d'Alzheimer ou autres troubles cognitifs.

Les riverains, habitants voisins de domaines agricoles peuvent eux aussi être contaminés soit par voie respiratoire ou par voie cutanée (par aspersion directe ou le plus souvent en touchant les plantes traitées). Ceux qui vivent à moins de 250 mètres des ceps traités portent en moyenne trois résidus de pesticides dans leurs cheveux. Ces travaux montrent que les pesticides passent la barrière placentaire et que les enfants, exposés in utero, peuvent en subir les conséquences (tumeurs cérébrales, leucémies, malformations congénitales ou encore troubles neuro-développementaux).

Et les consommateurs ? Les pesticides pénètrent dans les sols, mais aussi et surtout dans les plantes, fruits et légumes qu'ils traitent. C'est donc en mangeant des aliments traités que les consommateurs se retrouvent aussi exposés. Concernant le vin, à l'issue de la fermentation alcoolique, les résidus de pesticides sont mesurés à un niveau bien nettement plus faible que pour les fruits et légumes... Mais cet argument, acceptable en 2001, l'est-il encore aujourd'hui où le danger des perturbateurs endocriniens est mis en avant ? Pour ces derniers, le débit de dose infime peut être plus dangereux qu'une dose importante. Le risque dépend aussi de la période à laquelle on se retrouve imprégné. La grossesse et l'enfance jusqu'à la fin de la puberté sont des moments où il faut être particulièrement vigilant, ce qui est au moins cohérent avec la recommandation faite aux femmes enceintes et aux enfants de ne pas consommer d'alcool !

Même s'il reste difficile d'avoir une idée claire sur les risques encourus par le consommateur, les études réalisées en 2013 par l'Institut de veille sanitaire démontrent



*Moins de pesticides, mais plus de travail : Stéphane sur son tracteur.*

néanmoins que la population française est largement imprégnée par certains pesticides (organophosphorés et pyréthrinoides).

### **La balance bénéfico-risques induit aujourd'hui un changement profond de comportement**

Alors que faire pour se protéger ? Comment maîtriser ces risques ? Quelle démarche environnementale adopter ?

L'usage excessif et systématique des produits phytosanitaires est remis en cause bien sûr pour ses atteintes graves aux écosystèmes (terre, air, eau, plantes) et à l'homme, mais aussi du fait du développement de résistances aux pesticides des maladies ou insectes (phénomène comparable à celui constaté chez l'homme pour les antibiotiques vis-à-vis de certaines bactéries).

Dès les années 80, l'INRA s'est tourné vers les recherches autour de nouveaux modèles agricoles. L'agriculture raisonnée est une démarche qui prend en compte la protection de l'environnement, la santé et le bien-être animal. Le concept se rapproche de celui d'agriculture intégrée utilisé hors de France. Son principe central est d'optimiser le résultat économique en maîtrisant les quantités de produits utilisés (les intrants). Réglementée depuis 2002 par les pouvoirs publics, la certifica-

tion « agriculture raisonnée » a été abrogée en 2013 au profit de la certification environnementale, dont le niveau le plus élevé est le label agriculture à Haute Valeur Environnementale (HVE). Son référentiel met l'accent sur la maîtrise des risques sanitaires, la santé et la sécurité au travail.

**« L'AGRICULTURE RAISONNÉE EST UNE DÉMARCHÉ QUI PREND EN COMPTE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT, LA SANTÉ ET LE BIEN-ÊTRE ANIMAL »**

Parallèlement, le plan Écophyto 2018, l'une des mesures proposées par le Grenelle de l'environnement fin 2007, a pour objectif de réduire de 50 % l'utilisation de pesticides en France d'ici à 2018. Le résultat ne sera sans doute pas au rendez-vous, mais la tendance est lancée.

Une formation diplômante (Certiphyto) est maintenant obligatoire pour acheter et utiliser ces produits de traitement. Des mesures simples se mettent également en place : l'installation de haies ou de filets brisants, des distances minimale de pulvérisation, l'interdiction >



Le vignoble

de pulvérisation lorsque le vent est fort, l'amélioration des équipements de protection individuelle pour les salariés agricoles, l'utilisation de panneaux récupérateurs (pulvérisation confinée qui réduit de 40 % la quantité de produits utilisés).

**Mais pourquoi continuer à traiter la vigne et le vin ?**

Il est clair que les herbicides pourraient être totalement supprimés, comme nous l'avons fait dans notre propriété et comme le faisaient nos anciens. Ce ne sont que des considérations économiques qui retardent le processus, le travail du sol à la charrue ou à la décavillonneuse coûtant quatre fois plus cher qu'un passage de désherbant ! De même, les insecticides peuvent être très diminués, voire également supprimés, si l'on accepte un feuillage légèrement endommagé. La lutte contre les ravageurs de la vigne (Cochylis, Eudémis, araignées) peut se faire, non pas en les détruisant, mais en maîtrisant leur population, grâce à l'action de la faune auxiliaire revigorée par la présence de l'herbe (coccinelles, typhlodromes, abeilles) ou par confusion sexuelle. Les engrais eux aussi peuvent être choisis avec plus de respect pour l'environnement (organique, marc de raisin, fumier, purin d'orties...). En revanche, les fongicides sont beaucoup plus difficiles à supprimer car sans protection, à Bordeaux par exemple, la vigne ne produirait

certaines années presque aucun raisin ! Les maladies cryptogamiques, mildiou et oidium, peuvent attaquer ou détruire toutes les feuilles et les grappes du vignoble, si les conditions météorologiques sont propices (chaud et humide). Le choix des matières actives, leur dosage ainsi que le nombre de traitements représentent les variables d'ajustement. Parallèlement, la vinification et l'élevage du vin peut plus facilement se prêter à une meilleure maîtrise de la quantité d'intrants pour revenir à un produit moins standardisé et plus naturel ; en particulier le plus dangereux et allergène - mots de tête ou crampes - d'entre eux le sulfite, destiné à éviter toute déviation bactérienne. A noter cependant qu'une déviation bactérienne aura pour effet de modifier l'arôme et le goût du vin mais jamais de le rendre dangereux - sauf abus d'alcool - pour le consommateur car aucune bactérie dangereuse (listeria, salmonelle, escherichia coli...) ne pourra se développer dans ce milieu alcoolique et acide (pH entre 3,2 et 3,8). Pour le guider dans cette démarche, à côté de la démarche Haute Valeur Environnementale, il existe :

- le label Terra Vitis, intégrant des spécifications issues du label HVE et de l'agriculture durable et entièrement dédié à la vigne et au vin ;
- le label bio limitant l'emploi des pesticides à ceux qui sont réper-

torisés dans le tableau de classification périodique des éléments de Mendeleïev (comme la bouillie bordelaise à base de cuivre ou le soufre) ; le label limite également les quantités d'intrants dans le vin (levures, enzymes, sulfites, acides...);

- le label biodynamie, dont le cahier des charges est inspiré du bio et dont la méthode fait appel à des pratiques, mêlant écologie (traitement par des plantes) et spiritualisme, et utilisant des rites ésotériques, fondées sur l'influence des forces cosmiques, dont la lune, et terrestres sur la vie organique de la terre ;
- le label vin naturel, issu d'une vigne en biodynamie et qui interdit tout intrant dans le vin, dont le sulfite.

Que de progrès réalisés dans l'utilisation des pesticides par la filière viti-vinicole depuis notre installation en 2001 ! Les risques sont mieux identifiés. Il faudra du temps pour mieux les maîtriser mais la démarche est engagée. Il en va de la santé des professionnels et des consommateurs et de la sauvegarde de notre patrimoine environnemental. A titre personnel, nous nous sommes engagés dans la démarche à Haute Valeur Environnementale et plus spécifiquement Terra Vitis. Cet engagement ne pouvait se faire sans un minimum de connaissance, de compétence et d'appétence. Cette mutation va prendre quelques années... mais elle est nécessaire et inéluctable ! ☺

## RAIDCO MARINE, LE SPÉCIALISTE DES VEDETTES ET PATROUILLEURS DE SURVEILLANCE MARITIME

- ⇒ Protection des ressources halieutiques
- ⇒ Lutte contre la piraterie
- ⇒ Lutte anti-drogue
- ⇒ Lutte contre l'immigration clandestine
- ⇒ Surveillance anti-pollution
- ⇒ Protection d'installations pétrolières offshore
- ⇒ Une gamme de bateaux de 10 à 70 mètres



# MOT DU PRÉSIDENT

Philippe Hervé, IGA



*Cher(e)s camarades,*

*En premier lieu, vous avez, j'espère, noté la nouvelle maquette du magazine des ingénieurs de l'armement. En effet, à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2017, nous avons changé de prestataire pour le magazine et pour l'annuaire : un grand merci donc à Lionel Neyret pour son travail depuis de nombreuses années à la suite de son père et bienvenue à la société FFE, laquelle prend le relais à compter de ce numéro. Dès à présent, n'hésitez pas à faire bon accueil à sa régie publicitaire si vous êtes sollicités au nom de votre entreprise : c'est notre intérêt à tous. Enfin, merci au comité de rédaction du magazine et en particulier à Jérôme de Dinechin, notre rédacteur en chef, pour cette transition en douceur.*

*L'événement majeur de la CAIA de la fin de l'année 2016 fut le colloque sur le thème : « L'Etat a-t-il encore besoin de grands corps d'ingénieurs dans la haute fonction publique ? », lequel a eu lieu le mardi 15 novembre 2016 dans les locaux de l'institut Pasteur à Paris. Jean-Yves Le Drian, ministre de la Défense et Président du Conseil général de l'armement a prononcé l'allocution de clôture du colloque en présence entre autres de Laurent Collet-Billon, Délégué général pour l'armement et de Laurent Giovachini, vice-président du Conseil général de l'armement. Les propos des différents intervenants du colloque et les échanges qui ont suivi, ainsi que le discours du ministre sont accessibles sur le site internet de la CAIA. Je remercie très chaleureusement notre camarade Alain Bovis pour son action efficace, non seulement comme grand ordonnateur de ce colloque, mais aussi comme auteur de l'article dans ce numéro rapportant les points essentiels de ce colloque.*

*Notre traditionnelle Assemblée Générale Ordinaire se tiendra le mardi 21 mars 2017 en fin d'après-midi en région parisienne. D'ores et déjà, je peux vous dire que Laurent Giovachini a donné son accord pour intervenir lors de cette AGO et ainsi nous donner sa vision de l'action du CGARM dans le futur.*

*Conformément à la décision prise lors de l'AGO 2016, la convocation pour l'AGO 2017 sera diffusée par mail ; toutefois, les camarades qui en feront la demande expresse auprès du secrétariat de la CAIA pourront encore recevoir cette convocation par papier. Je vous rappelle que si tous peuvent s'inscrire pour participer à cette AGO 2017, seuls les camarades à jour de leur cotisation peuvent prendre part aux votes.*

*2017 sera aussi une première étape de concertation entre la CAIA et « France Armement », l'association professionnelle nationale militaire spécialement mise en place pour et par les personnels militaires, en premier lieu les officiers des Corps de l'Armement, en lien avec la DGA. Vous trouverez sur le site de la CAIA les informations sur France Armement.*

*Enfin, mais j'aurai d'autres occasions pour évoquer ce sujet, nous mettrons à profit l'année 2017 pour préparer les événements liés au cinquantième anniversaire du Corps des Ingénieurs de l'Armement en 2018 : tout est possible, au moins à ce stade ! Il reste à formaliser les idées et à trouver les bonnes volontés pour faire qu'elles deviennent réalité...*

*Bien amicalement  
IGA Philippe Hervé*

# LE ROMAN-PHOTO DU GALA 2016

OU « DEVINE QUI VIENT DÎNER ET DANSER CE SOIR À L'ACF ? »

Frédéric Guir, ICA



*PAR UNE SOMBRE NUIT D'OCTOBRE 2016  
DANS PARIS ILLUMINÉ,  
ILS SE SONT TOUS RETROUVÉS  
PLACE DE LA CONCORDE  
DANS LES SALONS  
DE L'AUTOMOBILE CLUB DE FRANCE.*

*ILS ONT MANGÉ LES METS  
LES PLUS FINS ET BU  
LES VINS LES PLUS CAPITEUX.*



*ILS ONT MÊME DANSÉ  
JUSQUE TARD DANS LA NUIT.*

*MAIS QUI « ILS » ?  
EH BIEN, LES INGÉNIEURS DE L'ARMEMENT  
ET LEURS INVITÉS BIEN SÛR,  
ACCUEILLIS PAR LE PRÉSIDENT DE LA CAIA  
ET LE DÉLÉGUÉ GÉNÉRAL POUR L'ARMEMENT.  
C'EST ÇA, LA CONVIVIALITÉ DE LA CAIA !*



# L'ÉTAT A-T-IL ENCORE BESOIN DE GRANDS CORPS D'INGÉNIEURS DANS LA HAUTE FONCTION PUBLIQUE

RETOUR SUR LE COLLOQUE DE LA CAIA DU 15 NOVEMBRE 2016

Alain Bovis, JGA

À l'approche de son cinquantième anniversaire, héritier de corps pluricentennaires, le Corps de l'Armement anime le débat sur l'évolution du rôle technique de l'Etat et les missions des cadres dévoués à le servir.

**L**e débat récurrent, qui nous concerne tous sur l'avenir des corps, des Grandes Ecoles en général et de l'X en particulier a tendance à se réduire à un affrontement entre tenants inflexibles d'une organisation pluricentenaire et modernistes qui veulent "renverser la table".

Défendre le statut quo tout comme promouvoir des scénarios plus ou moins iconoclastes, souvent avec des arguments corporatistes ou émotionnels, c'est se concentrer sur des solutions ou des recettes. Notre formation scientifique "de haut niveau" devrait au contraire nous pousser d'abord à poser le problème, puis à la lumière de priorités et de contraintes, à chercher un optimum. C'est la démarche qu'ont voulu avoir Daniel Canepa et Jean-Martin Folz lors de leur Mission d'étude sur l'avenir des corps d'ingénieurs de l'Etat qu'a rappelée en ouverture Alain Bugat. C'était également celle du colloque qui a réuni 140 participants le 15 novembre 2016 dans l'amphithéâtre historique de Louis Pasteur à Paris.

L'Etat a-t-il encore besoin d'ingénieurs de haut niveau, c'est à dire d'"ingénieurs à la française", capables, face aux révolutions technologiques qui s'enchaînent, de mener une analyse technique rigoureuse puis d'élaborer une synthèse pluridisciplinaire propre à la prise de décision? Nourri par les témoignages de Caroline Grandjean pour les collectivités territoriales, de Thierry Delville



Bernard Attali, Laurent Collet-Billon, Jean-Yves Le Drian, François Lureau, Alain Bovis, Philippe Hervé

et de Guillaume Poupard dans le large domaine de la sécurité intérieure, ou de Pascal Faure pour la stratégie industrielle, le colloque a tranché clairement par l'affirmative, entérinée par le ministre de la Défense qui a affirmé que « *les qualités de l'esprit scientifique, technologique et rationnel sont plus que jamais de mise, pour orienter et agir dans une situation internationale marquée par l'incertitude, l'instabilité mais aussi l'accélération technique* ». Il ne s'agit pourtant pas d'une évidence et l'on constate que la rationalité technique est de moins en moins audible dans les grands débats sociétaux. La faute à qui? Sans doute en partie aux ingénieurs eux-mêmes qui souvent hésitent à investir le domaine du politique, qui ne comprennent pas et ne savent pas se faire comprendre d'un monde où le sens

de l'opportunité compte autant que la rigueur de la démonstration. Soulignant plus largement la crise des vocations dans les métiers techniques et industriels, François Lureau a plaidé pour un effort accentué d'engagement des ingénieurs comme l'illustre le récent rapport de l'IESF "Relever les défis d'une économie prospère et responsable".

Mais quels sont le rôle et la place que la compétence technique doit occuper au sein de l'espace public? Alain Bugat a situé la fonction d'ingénierie dans l'investissement public, charnière entre maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, position variable suivant la complexité des projets ou les cultures nationales. Il conclut à la nécessité d'une maîtrise d'ouvrage forte et d'un pilotage intégré de la MOA et de la MOE pour

les projets à forts risques techniques. Certes, le modèle colbertiste français a été mis à mal à la fin du XX<sup>ème</sup> siècle par la tertiarisation, la financiarisation et la mondialisation de l'économie. Mais la crise de 2008 a rappelé l'importance de réinvestir dans les filières industrielles et rendu à l'Etat un rôle renforcé de stratège et d'animateur. Cela nécessite une étroite connaissance réciproque du public et de l'entreprise. Didier Lallemand a expliqué que les ingénieurs tiennent leur crédibilité de leur expérience concrète "les mains dans la matière". Les premiers postes, dans des fonctions à fort ancrage scientifique et technique doivent leur permettre de développer leur potentiel d'innovation et de se confronter aux pratiques industrielles, le ministre l'a souligné. Christian Chabbert a insisté sur le besoin, pour les ingénieurs de l'Etat de mieux connaître les entreprises et notamment les PME et plaidé pour davantage d'allers-retours entre les métiers d'expertise et ceux d'entrepreneur.

Tout en reconnaissant l'héritage et l'excellence des ingénieurs à la française, Bernard Attali a rappelé les "ratages" et les risques qui pèsent aujourd'hui sur des secteurs industriels majeurs. Il cite comme causes, au-delà de la compétence et du dévouement individuel des ingénieurs de l'Etat, la dispersion de notre enseignements supérieur qui est incompréhensible à l'étranger (les efforts de réforme de l'X, de l'ENSTA, de l'ISAE sont toutefois reconnus), la rigidité de l'organisation administrative et son manque de réactivité aux évolutions technologiques, l'externalisation, souvent vers des cabinets anglo-saxons, des grands dossiers de stratégie industrielle.

La question qui se pose dès lors est : par quelle politique de recrutement et de gestion l'Etat peut-il garantir, pour ses besoins propres, mais également dans une perspective nationale, la pérennité de la ressource et l'attractivité pour les meilleurs ? Bernard Attali

fait le constat d'une absence de réflexion stratégique globale de l'Etat sur ses besoins en compétences techniques de haut niveau. Les Grands Corps sont les seules instances permettant une telle réflexion à long terme mais elle est trop rigide et trop sectorisée, ne prend pas suffisamment en compte les transferts de responsabilités entre collectivités publiques ou la transversalité des enjeux, ignore l'Europe. Pour d'autres, dont François Lureau, les Corps eux-mêmes sont un obstacle à une gestion dynamique des compétences techniques dans les organismes publics. En matière de formation initiale, Bernard Attali et Alain Bugat souhaiteraient la création autour de l'Ecole polytechnique, et dans le cadre d'une grande Université de taille mondiale, d'un pôle de technologie à la française capable, par sa taille et son excellence, de rivaliser avec les Instituts de Technologie américains ou l'EPFL. La tentation est forte d'une fusion des Grands Corps techniques et Bruno Angles, à titre personnel, estime qu'elle élargirait le choix des employeurs comme des ingénieurs dans les parcours professionnels. Fabrice Dambrine et Philippe Hervé alertent, au contraire, sur le risque que cette fusion n'appauvrisse la diversité des profils et Bernard Attali se montre très sceptique sur le résultat de la fusion des Corps des Mines et des Télécom. La nécessité d'une alternance des expériences publiques et en entreprise est reconnue unanimement mais de nombreux obstacles s'y opposent, comme l'ont rappelé Luc Rousseau et le Ministre lui-même : les règles de déontologie, dont Denis Plane a toutefois relativisé l'effet, la difficulté de retour au sein de l'Etat ou l'écart salarial entre public et privé. La mobilité "extérieure" doit donc être systématisée dans la gestion des carrières. Bruno Angles propose par ailleurs la création d'une "Ecole de guerre économique" préparant les ingénieurs de l'Etat aux plus hauts postes de responsabilité. Philippe Hervé souligne que cela introduirait un mode de gestion des potentiels de carrière qui exige de

la part des hiérarchies courage et mesures d'accompagnement.

Et le Ministre de conclure : « *l'Etat a fait le choix séculaire de se doter de corps d'ingénieurs pour des raisons évidentes de maintien des compétences, de vision à long terme et d'indépendance stratégique : nous avons le devoir d'en assumer une gestion moderne* » en modernisant et internationalisant la formation, rendre plus attractives les carrières au sein de l'Etat, fluidifier la respiration entre le secteur public et le secteur privé.

Le colloque n'a donc pas dégagé de solution définitive. Ce n'était pas son but. Il a néanmoins exposé les principales données d'une question essentielle pour l'avenir. Certains ont regretté qu'il ne se poursuive pas par un examen plus détaillé de solutions envisageables. A chacun, en tous cas, à partir des éléments présentés, d'affiner sa réflexion et de contribuer à un débat qui est loin d'être conclu. Le Conseil de la CAIA restera mobilisé sur cette question et continuera à agir, avec ses partenaires au sein de la FGCTE (Fédération des Grands Corps Techniques de l'Etat), pour peser sur les décisions futures. ☺



**Alain BOVIS,**  
IGA, consultant

Alain Bovis a fait toute sa carrière à la DGA et à DCNS. Il y a exercé diverses fonctions de recherche, d'ingénierie et de management industriel. Il a été directeur de l'établissement d'Indret puis directeur général d'Armaris, filiale commune de DCN et Thales. Il a créé en 2010 DCNS Research. Expert en hydrodynamique, il a été lauréat du prix Roger Brard et du prix Girardeau de l'Académie de Marine.

# LES CHERCHEURS PARLENT AUX CHERCHEURS

## PREMIER SÉMINAIRE DES IA DOCTORANTS

Nicolas Cliche et Léo Wojszzyk

Lundi 5 décembre a eu lieu à l'Ecole polytechnique la première journée des Ingénieurs de l'Armement en formation par la recherche. L'occasion d'entendre, voire de comprendre, le contenu de thèses de brillants jeunes camarades, et de rassembler à Palaiseau des doctorants, la DGA (RH et DT), le CGARM et quelques X intéressés par le corps.

**A**u moment d'entamer notre thèse, en souhaitant rencontrer d'autres IA doctorants, nous nous sommes aperçus qu'il n'existait pas de rencontre spécifique aux doctorants du Corps de l'Armement. L'idée nous est donc venue d'organiser une rencontre sur le format des

journées doctorales comme cela se pratique déjà au CEA, au sein des écoles doctorales, dans le corps des IPEF ou pour les doctorants civils de la DGA.

La voie de formation par la recherche concerne actuellement une quinzaine de jeunes IA. Au

moment du choix du corps de l'armement, les X de 3<sup>ème</sup> année intéressés peuvent présenter un projet de thèse qui est alors examiné par la commission recherche de la DGA avant le dépôt des feuilles de botte, en février. Une fois son projet accepté, le jeune IA part en master puis en thèse, soit quatre



**PERCOLATION SUR DES RÉSEAUX ALÉATOIRES**  
Un modèle de propagation dans les milieux poreux  
Par Loïc Richier, IA

La physique statistique est une branche de la physique dont le but est de comprendre des phénomènes à échelle macroscopique à partir de propriétés microscopiques. Le plus célèbre et le plus ancien modèle de physique statistique est le modèle d'Ising. Il s'agit d'un modèle de ferromagnétisme, décrivant la capacité de matériaux à s'aimanter sous l'effet d'un champ magnétique.

Néanmoins, il existe beaucoup d'autres modèles de physique statistique. Le plus simple d'entre eux est sans doute le modèle de percolation, qui a été introduit par Broadbent et Hammersley à la fin des années cinquante. Il vise à modéliser les phénomènes de propagation d'un liquide ou d'un gaz dans un milieu poreux mais trouve aussi des applications dans la compréhension de la propagation des feux de forêt et des épidémies. Dans la suite, nous choisissons l'exemple d'un gaz circulant à travers un masque de protection, qui se trouve être la motivation originale de Broadbent et Hammersley.

À l'échelle microscopique, la structure (simplifiée) du filtre de notre masque est donnée par le réseau de la Figure 1. Ce réseau est formé de carrés, appelés *sites*, à travers lesquels le gaz circule. Les sites noirs sont dits *ouverts*, et le gaz y circule librement. Au contraire, les sites blancs sont dits *fermés*, et le gaz ne peut traverser un tel site.

La répartition de ces sites ouverts et fermés à l'intérieur du réseau est en général extrêmement complexe. C'est pourquoi Broadbent et Hammersley ont mis au point un modèle *aléatoire* : étant donné un paramètre  $p$  entre 0 et 1, qui représente la porosité du filtre, on décide que chaque

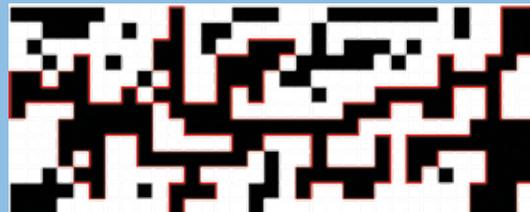


Figure 1 : modélisation d'un réseau de percolation, applicable par exemple pour un masque à gaz

site du réseau est ouvert avec probabilité  $p$  et fermé sinon, indépendamment pour tous les sites du réseau.

Il est alors possible de déduire de ce modèle microscopique des propriétés à l'échelle macroscopique. L'exemple le plus saisissant est l'existence d'une *transition de phase* pour ce modèle. Pour la comprendre, il faut s'intéresser aux *clusters* ou *amas* de percolation. Ce sont des ensembles de sites ouverts tous connectés entre eux, formant des « trous » dans le réseau (voir la composante rouge de la Figure 1). Il existe alors un paramètre critique  $p_c$ , appelé le seuil de percolation, tel que pour toute valeur de  $p$  inférieure à  $p_c$ , les amas de percolation sont tous finis, alors que pour  $p$  strictement supérieur à  $p_c$ , il existe un amas infini, que l'on peut interpréter comme l'existence d'une zone vide du filtre à l'échelle macroscopique.

Sous son apparente simplicité, ce modèle recèle des problèmes ardues et possède de nombreuses applications. Ma thèse porte notamment sur l'étude du modèle de percolation dans des réseaux qui sont eux-mêmes aléatoires. Bien que ce modèle paraisse plus complexe que le modèle original, certaines propriétés des réseaux aléatoires permettent de comprendre par exemple les seuils de percolation, ou la forme des amas. Le hasard fait parfois bien les choses...

années durant lesquelles les liens avec la DGA peuvent s'affaiblir. Cela concerne deux à quatre personnes par an. Il existe aussi des thèses effectuées lors d'un premier poste, ou plus tard. L'idée nous est donc venue d'organiser une rencontre sur le format des journées doctorales comme cela se pratique déjà au CEA, au sein des écoles doctorales, dans le corps des IPEF ou pour les doctorants civils de la DGA.

### Une idée qui a pris de l'ampleur

Nous pensions d'abord organiser le séminaire en petit comité, c'est-à-dire rassembler simplement les IA doctorants volontaires pour partager nos travaux de recherche. Il nous est rapidement apparu qu'il serait bénéfique de convier également les responsables de notre formation pour renforcer les liens entre la DGA et les doctorants répartis dans leurs laboratoires respectifs.

Plus récemment, à l'occasion du colloque organisé par la CAIA au mois de novembre (voir article plus haut), nous avons eu l'occasion de rencontrer le Délégué Général pour l'Armement qui nous a encouragé à inviter plus largement. Son soutien nous a permis de contacter des IA recherche en poste et ainsi de discuter des opportunités de premiers postes à la DGA.

Nous avons donc retenu l'amphi Curie, à l'X, et construit un programme en trois thèmes : cryptographie, informatique et mathématiques, mécanique et physique, chimie et biologie. Neuf camarades ont ainsi pu présenter brièvement leur projet de thèse, son lien avec la Défense et échanger avec le public. Les domaines abordés sont très larges : Loïc Richier nous a présenté des modèles de percolation et leurs applications possibles aux masques à gaz (cf. encadré), Mathieu Xémard nous a exposé ses travaux sur la chimie des lanthanides (cf. encadré) et Cécile Khou a clos l'après-midi en nous parlant de virologie (cf. encadré). Nous avons également tenté de comprendre les dernières



### DÉPOLLUTION PAR DES ASSEMBLAGES DE LANTHANIDES

La science fondamentale au service de la recherche appliquée ?

Par Mathieu Xémard,

IA Doctorant au Laboratoire de chimie moléculaire, École polytechnique.

Le retour des toxiques de guerre sur les théâtres opérationnels a provoqué un regain d'intérêt récent pour la décontamination. Aujourd'hui, certains scientifiques s'intéressent à l'utilisation de matériaux mixtes poreux (Metal Organic Framework, MOF) pour la destruction par hydrolyse des organophosphorés. Ces études menées principalement sur des analogues du VX montrent que certains MOFs sont capables de catalyser l'hydrolyse de composés organophosphorés. Cependant de tels dispositifs sont facilement empoisonnés par les petites molécules présentes dans l'atmosphère ( $\text{CO}_2$ , résidus de combustion de moteurs...) en raison de leur nature poreuse et de leur faible sélectivité. Les lanthanides associent des propriétés acides de Lewis et des propriétés de luminescence. Des assemblages mixtes de type MOF contenant des lanthanides trivalents pourraient donc associer un changement de propriétés optiques en présence de toxiques tout en effectuant la catalyse de leur destruction. Faire varier la composition et la géométrie de tels assemblages permettrait de contrôler leur sélectivité.

De tels assemblages sont encore peu nombreux et les synthèses généralement peu sélectives. Ainsi, nous avons décidé d'utiliser une méthode de synthèse innovante : construire des assemblages par oxydation contrôlée de précurseurs réactifs de lanthanides avec de petites molécules comme le soufre élémentaire ou le phosphore blanc. Différents assemblages contenant du samarium ont pu être isolés comme preuve de concept de la méthodologie de synthèse. Nous avons également montré qu'un assemblage tétramétallique oxo de samarium était capable de fixer le  $\text{CO}_2$  sous forme de carbonates. De plus, parmi les assemblages incorporant du soufre que nous avons obtenus, certains présentent des propriétés physiques inattendues et ont retenu plus particulièrement notre attention : ils semblent pouvoir se comporter comme des réservoirs à électrons et des études complémentaires sont en cours afin de mieux caractériser ces composés. Ces nouvelles propriétés pourraient être mises à profit pour l'hydrolyse de polluants ou de gaz de guerre en produits moins toxiques.

Par ailleurs, afin d'obtenir des assemblages contenant du phosphore de nouveaux précurseurs de lanthanide extrêmement réactifs, notamment de thulium divalent, ont été isolés et caractérisés. L'étude de leurs propriétés optiques – une première mondiale pour des composés de thulium divalent moléculaire, ouvre de nouvelles perspectives pour la chimie des lanthanides et constitue une nouvelle étape importante dans la compréhension de leurs propriétés électroniques et leur chimie de coordination.

Tableau périodique des éléments

Ainsi, la construction d'assemblages contenant des lanthanides pour la dépollution a permis de mettre en évidence tout un éventail de nouvelles propriétés applicables à plus ou moins long terme à la captation du  $\text{CO}_2$  ou à de nouvelles batteries et catalyseurs bioinspirés.

> recherches en cryptologie et découvert des nouvelles sources infrarouges ou bien l'application de procédés industriels sur la microstructure de pièces nucléaires...

### Une contribution à la retape

Il est difficile pour un élève de 3<sup>ème</sup> année de l'X de s'engager, de faire le saut dans le Corps. Ce séminaire s'est donc également adressé aux

## LES VIRUS: DES PETITS AGENTS COMME MENACES

Par Cécile Khou, IA

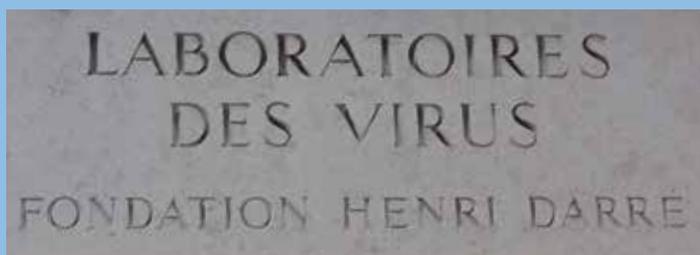


La récente épidémie à virus Zika a suscité la peur dans le monde entier et a posé la question de la mondialisation de la menace Zika. Alors que ce virus a été isolé pour la première fois en 1947 chez un macaque rhésus, ce n'est qu'en 2007 que la première épidémie à virus Zika est survenue. Cela illustre l'existence de virus présents chez les animaux, pouvant passer inaperçus, mais ayant la possibilité d'émerger et de poser une nouvelle menace pour la santé publique. Les récentes approches dites « One Health » ont pour but d'identifier ces virus, ainsi que les réservoirs animaux de ces virus, et d'évaluer leurs capacités d'adaptation à l'homme afin de parer au mieux aux éventuelles prochaines épidémies. Les virus issus d'animaux et capables d'infecter l'homme sont alors qualifiés de virus zoonotiques. C'est le cas par exemple du virus Ebola et du virus de la grippe.

D'autres approches pour identifier les éventuelles épidémies à venir consistent à évaluer la capacité de propagation d'un virus dans une nouvelle zone. Prenons pour exemple le virus West Nile, première cause d'encéphalite virale sur le continent américain. Jusqu'en 1999, ce virus n'était présent que sur les continents africains et européens. La migration des oiseaux et la présence sur le territoire de moustiques capables de transmettre le virus West Nile a permis la propagation de ce virus sur tout le continent américain. Cet exemple illustre la capacité d'un virus à être introduit dans une zone géographique et de s'y implanter en présence de conditions propices à sa transmission. L'identification des facteurs de risque de transmission et le contrôle de ces facteurs sont des approches permettant de limiter l'introduction de nouveaux virus dans une zone donnée.

Il semblerait donc que les animaux constituent des réservoirs de virus pouvant permettre leur propagation. Mais l'homme peut également permettre cette propagation à travers la mondialisation et l'augmentation du trafic, aussi bien aérien que maritime. Ce fut par exemple le cas pour l'épidémie de SRAS en 2003.

Ces petits virus sont donc omniprésents dans notre environnement et leur capacité d'évolution rapide leur permet de pouvoir s'adapter à leurs différents hôtes. La mondialisation rend difficile la limitation des infections à un virus donné dans une zone géographique spécifique. Les virus représentent donc un risque biologique mondial auquel il faut pouvoir se préparer au mieux.



X de deuxième et de troisième année pour compléter "l'amphi retape" du corps de l'armement. En effet, si la formation par la recherche intéresse un bon nombre d'élèves, il n'est pas facile à ce stade de la scolarité d'avoir un projet de thèse cohérent et encore moins de comprendre comment il peut intéresser la DGA et s'articuler avec la carrière ultérieure. Adèle Pass-Lanneau, IA 2016 en quatrième année à l'ENSTA, nous a proposé de participer à l'organisation du séminaire, et nous avons inclus dans le programme une présentation par les X2013 encore en année d'application de la manière dont ils construisaient leur projet.

### Bilan de la première édition

Un tel séminaire a permis de nous donner un peu de respiration pendant le doctorat alors que nous pouvons parfois "avoir le nez dans le guidon" dans notre laboratoire. Dans nos unités respectives, de par notre statut, nous avons des préoccupations différentes des thésards civils pour qui le service de la Nation n'est pas forcément de première importance. Notre travail très en amont contribue à la recherche nationale et nous donne également une expertise que nous comptons mettre à profit une fois en poste à la DGA.

Nous réfléchissons d'ores et déjà à une initiative similaire pour l'an prochain, rassemblant plus de participants grâce aux enseignements de cette première édition. La forme peut changer : pourquoi pas un TEDx armement ? Des thésards et également des IA n'ayant pas fait de thèse mais intéressés par les recherches exposées pourraient également y participer, pour dire ce qu'on attend des docteurs à la DGA.

Dans la même logique, nous avons choisi de nous extraire momentanément de nos laboratoires avec plusieurs autres doctorants pour suivre au moins partiellement la FAMIA (formation administrative et militaire des IA), et nous sommes ainsi très heureux de pouvoir former une promotion tout en continuant nos travaux de recherche au service de la Défense. ☺

# MANAGEMENT BÉNÉDICTIN ET BIÈRE DE SAINT WANDRILLE

QUAND AUTEURS SPIRITUELS ET MANAGEMENT FONT BON MÉNAGE

Laurent Barthelemy, ICA

Les auteurs spirituels ont toujours inspiré les décideurs. Un rapide survol de la littérature spécialisée va nous en convaincre, avant d'examiner de plus près ce que saint Benoît, saint Ignace de Loyola et saint Bernard de Clairvaux peuvent nous dire en matière de management et de gouvernance. Un coup d'œil sur les activités économiques de l'abbaye Saint-Wandrille en Normandie, clôturera cette promenade en management spirituel.

De nombreux ouvrages se proposent de transposer la vie spirituelle à la vie économique : l'encadré en donne un aperçu très partiel (et partiel), pour s'en tenir au seul christianisme.

. « *Lead with humility-12 Leadership Lessons from Pope Francis* » Jeffrey A. Krames - Amacom 2015.

On se souviendra ici de l'article de Jim Collins dans la *Harvard Business Review* juillet-août 2005 : « *Level 5 Leadership: the Triumph of Humility and Fierce Resolve* ».

. Le prolifique bénédictin allemand Anselm Grün : (« *Management et accompagnement spirituel* », « *Diriger les hommes et les éveiller à la vie* », « *Le Moine et l'Entrepreneur* » avec Jochen Zeitz, alors dirigeant de Puma), etc.

. Les publications des EDC ([www.lesedc.org](http://www.lesedc.org)) sur des sujets tels que « *Pouvoir et autorité du dirigeant* » (07.2013), « *Responsabilité sociétale de l'entreprise* » (11.2013), « *L'entreprise au service de qui ?* » (07.2005) etc.

. « *Ethique et entreprise* » de sœur Cécile Renouard, assumptionniste (éditions de l'Atelier, 2013)

. « *Quand les décideurs s'inspirent des moines* » (toutes religions confondues) de Sébastien Henry, Dunod 2012.

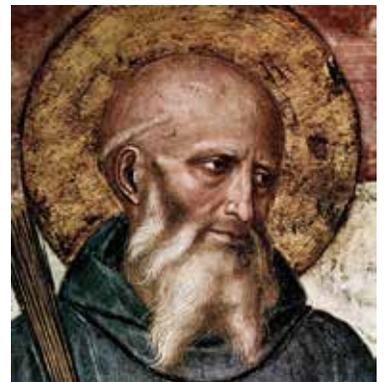
. « *En quête de sens* », du Père Marie-Pâques, cistercien (éditions Abbaye de Lérins, 2012).

. « *Invitation au Leadership authentique* » de François-Xavier Migeon, Eyrolles 2013.

. « *Le leadership vertueux* » d'Alexandre Dianine-Havard (*Virtuous leadership - an agenda for personal excellence* - Scepter Publishers, 2007).

. « *Le Seigneur te fera réussir dans toutes tes entreprises* », de Laurent Challan-Belval, (X74), Editions des Béatitudes, 2013.

. et toute l'école néo-aristotélicienne du management « *par les vertus* » (Argandona, Solomon, Shanks et alii).



Saint Benoît de Nurcie (v480-v547)

**La Règle de saint Benoît**, inchangée (à quelques iota près) depuis mille cinq cents ans, a permis à des groupes humains sous toutes les latitudes de mener (spirituellement et matériellement) une vie communautaire stable, durable et féconde. Dans l'encadré, une transposition réalisée par l'abbaye Saint-Wandrille (Seine Maritime) et à laquelle l'auteur a participé sous le titre « *Les 12 Règles de Vie de l'Entreprise* » (© abbaye Saint-Wandrille sur demande).

L'auteur a réalisé une méthode de mise en œuvre des « 12 Règles de Vie de l'Entreprise » et les outils de diagnostic et d'audit correspondants, dans l'esprit ISO, en vue de due diligence de gouvernance et de management (processus d'investissement ou de fusion - acquisition) ou de plans de progrès continu (démarches stratégiques d'entreprises). Il a pu le mettre en œuvre dans des contextes économiques et juridiques variés, vérifiant ainsi leur pertinence.

Certaines approches ont davantage fait leurs preuves que d'autres. En voici trois, qui reposent toutes sur une connaissance approfondie de l'être humain et de la vie en société, éprouvée au fil des siècles (ce qu'on qualifierait de « *proven at sea* » dans le milieu de l'armement).

### « LES 12 RÈGLES DE VIE DE L'ENTREPRISE »

traitent notamment de :

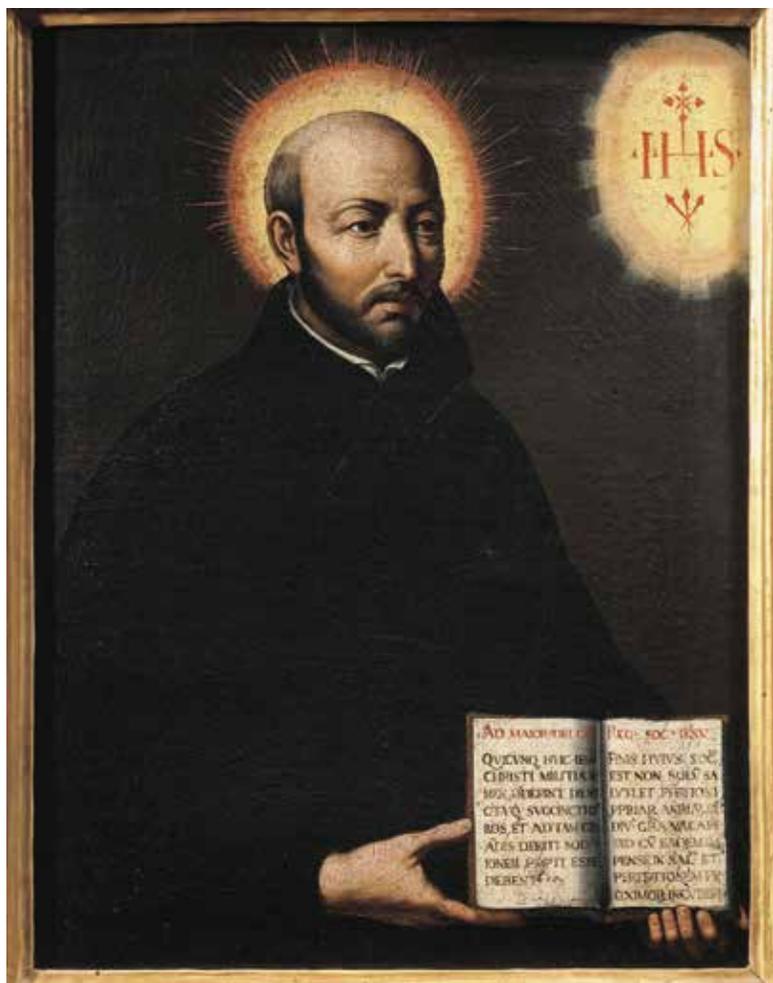
- l'exercice de l'autorité ;
- l'appropriation du projet d'entreprise ;
- les processus de prise de décision et d'application de celles-ci ;
- l'écoute (notamment des juniors) ;
- la dynamique d'amélioration continue ;
- la distinction entre prix et valeur, etc.

On y trouve aussi les piliers de la doctrine sociale de l'Eglise (DSE) que sont les notions de : bien commun, subsidiarité, justice sociale, destination universelle des biens, le tout basé sur une propriété privée comprise comme une simple gérance, au service du bien personnel mais aussi du bien commun. La DES est rassemblée dans les encycliques dites sociales (en gros depuis Léon XIII 1891) et dans le Compendium de 2005 (Cerf).

thropologie ignacienne au management : « Faire l'épreuve du réel dans le contexte particulier de sa responsabilité. » On notera enfin que les Exercices s'adressent autant au « coach » (le directeur spirituel qui fait pratiquer les Exercices) qu'au manager (le retraitant).

### QUELQUES OUTILS IGNACIENS

Analyse comparative multicritères (élection), plan de progrès, approche « projet », examen d'une question sous tous ses aspects, la réflexion (contemplation) au service de l'action, capacité à prendre le point de vue d'un autre, vision globale et action locale...



Ignace de Loyola (1491-1556)

**Les Exercices spirituels de saint Ignace** révèlent une finesse psychologique étonnante, en situation de décision stratégique ou de crise. Ils servent principalement à préparer une décision engageant la vie entière. Le militaire dans l'âme qu'était Ignace

de Loyola nous fait retrouver méthodiquement des outils familiers aux entreprises.

« Exercices spirituels pour managers » d'Etienne Perrot sj (DDB, 2014) propose une transposition méthodique (et non une application directe et mécanique) de l'an-



Saint Bernard de Clairvaux (v1090-1153)

**Saint Bernard**, un des hommes les plus actifs et influents de son temps, parce que c'était un homme de prière, explique sans ménagement à son ancien disciple devenu le pape Eugène III, quels sont les écueils (l'orgueil et la dispersion) et les grandeurs (servir) de sa mission de chef de la Chrétienté. Toutes choses qui trouvent des échos étonnamment actuels dans les entreprises. Les conseils de saint Bernard se répartissent en ce qui relève de l'humilité (au sens « réalisme » du mot), ce qui concerne l'autorité (au sens propre « faire grandir », « servir et non être servi », etc.), la gouvernance, la subsidiarité, le discernement, ce qui est lié aux quatre vertus cardinales (prudence, justice, force, tempérance) dans l'exercice du management et enfin la prévention des dangers de l'activisme.

### Et la bière dans tout cela ?

Le monastère bénédictin Saint-Wandrille près de Rouen, dans les boucles de la Seine, ([www.st-wandrille.com/fr](http://www.st-wandrille.com/fr)) entretient, plus que d'autres, une longue tradition d'ouverture à la vie économique. L'abbaye Notre Dame de Ganagobie avec dom Hugues Minguet, s'est signalée également dans ce domaine.

La célébrité et unanimement appréciée « cire de Saint-Wandrille » (méfiez-vous des imitations...) a été rejointe dans les années 60 par Fontenelle Microcopie (reproduction et archivage de documents par diverses techniques). L'abbaye a transmis ensuite, à sa mesure, les valeurs bénédictines à l'économie en investissant (le terme « business angels » paraît ici bien adapté) une partie raisonnable de

ses réserves en petits tickets dans des start-up (on voit clairement ici que le but n'est pas de s'enrichir, quand on connaît le TRI moyen des start-ups en « capital-risque ») et en cherchant même à susciter un fonds d'investissement éthique orienté selon les 12 Règles de Vie de l'Entreprise évoquées plus haut. Dernièrement, recentrage sur le « core business » comme on dirait dans l'entreprise : revenant au principe « Ora et Labora », qui veut que les moines produisent eux-mêmes ce qu'ils vendent, l'abbaye a décidé de lancer la première bière d'abbaye française authentique. L'auteur a pu participer à l'élaboration du business plan et les premières estimations sont déjà dépassées ! »

Comme les encycliques pontificales adaptent les principes éternels de

la doctrine sociale de l'Eglise aux circonstances (industrialisation de l'Europe, crise de 1929, guerres, mondialisation, crise de l'environnement, etc.) l'activité monastique s'adapte aux époques qui se succèdent... sans jamais changer les fondamentaux ! ☪

## Les moines de l'Abbaye Saint-Wandrille deviennent brasseurs



La seule bière française, à ce jour, brassée et mise en bouteille par des moines au sein de leur abbaye, sera disponible d'ici l'automne 2016

BIÈRE D'ABBAYE

# SAINT-WANDRILLE



L'abus d'alcool est dangereux pour la santé, consommez avec modération

La Boutique de l'Abbaye - 76490 Saint Wandrille - Tél. 02 35 95 98 44 - Rouen B 264  
laboutique@st-wandrille.com - <http://www.boutique-saintwandrille.com>



Par Laurent  
**BARTHELEMY**  
ICA Consultant  
free-lance  
en éthique des affaires

Laurent Barthélemy (X76), après vingt années au ministère de la Défense, a rejoint AREVA en 2003 comme directeur des Achats et coordonnateur du groupe AREVA pour le projet ITER. Salarié de l'abbaye bénédictine Saint-Wandrille (près de Rouen), pour élaborer une méthode originale d'audit de gouvernance d'entreprises inspirée de la Règle de saint Benoît, il a créé en 2015 Hyperion LBC SAS.

# HISTOIRE : 1914-1918, LA GUERRE DES INGÉNIEURS POUDRIERS

LIVRER VITE DES MUNITIONS QUAND L'OUTIL INDUSTRIEL N'EST PAS PRÉPARÉ

Hubert Zante, ICA

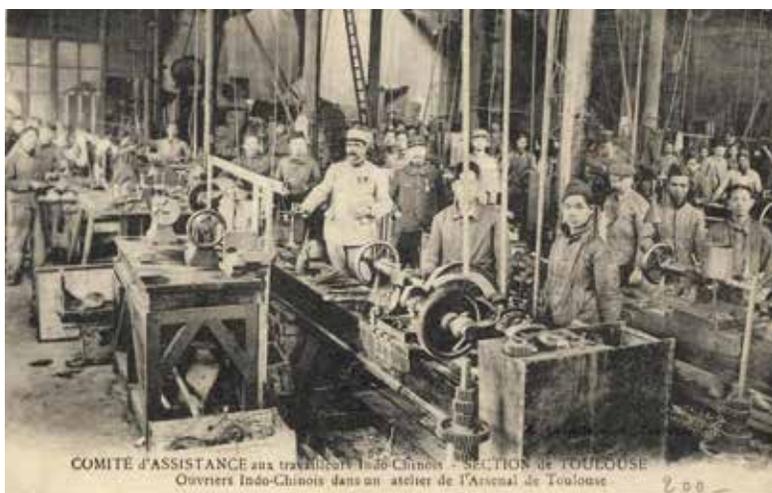
Les journées Paul Vieille de l'AF3P (association française de pyrotechnie et du patrimoine poudrier) en octobre 2016 avaient pour thème « les fabrications pyrotechniques pendant la guerre ». Les difficultés de montée extrêmement rapide en production, la chaîne d'approvisionnement, les conséquences peu connues sur le déroulement des hostilités... et ce qui est encore tu cent ans après donne un éclairage inhabituel sur la guerre : extraits.

Dès 1914, les fabrications d'armement se heurtent à deux difficultés :

- une mobilisation excessive : 3 millions d'hommes, avec des conséquences : chômage des sous-traitants et des femmes, perte des capacités de production notamment par assèchement de la sous-traitance... et rappel de 500 000 ouvriers l'été 2015 (loi Dalbiez)

- une forte montée en puissance des productions, au départ adaptées à une guerre courte : un facteur 2 en un mois, 20 en un an, puis 300 mi 2017. Ensuite, la baisse très sensible des productions annonçait déjà la fin de la guerre. Il faut donc créer des usines ex nihilo. En 6 mois, les effectifs des Poudres passent de 6 000 à 120 000 début 1917 – plus de 20 000 ouvriers rien qu'à Bergerac et ses 15 000 habitants –, sans compter la sous-traitance, mais ce sont les cadres compétents qui manquent le plus.<sup>1</sup>

La consommation de munitions (et donc la logistique) atteint des niveaux impensables aujourd'hui : la bataille de la Malmaison et sa préparation (octobre 1917) consomment en une semaine<sup>2</sup> un million



Poudrerie de Toulouse en 1916 : ouvriers indo-chinois (photo archives municipales de Toulouse)

## PRODUCTION DE MUNITIONS

- . avant 1914 : 60 tonnes/jour. Le stock est de 50 000 tonnes.
- . fin 1917 : 3 000 tonnes/jour. Le stock est presque nul.
- . en 2016 : Le stock est de 120 000 tonnes (y compris les missiles et les munitions périmées)

affecter aux unités : les opérations sont souvent dictées par les quantités et les cadences... jusqu'au jour où faute de munitions il fallut renoncer à une guerre offensive et se fixer dans les tranchées, heureusement en même temps que les Allemands, également en disette.

## Un peu de RH : valse des dirigeants et des organisations, HSCT.

Les priorités passent des chars lourds à l'artillerie lourde puis aux chars légers, que les usines doivent fournir au même rythme intenable. Les directives du ministre, qui semble désemparé, se limitent souvent à une carte blanche en évitant de faire remonter les décisions, ou à alterner aux postes de direction les techniciens compétents et les purs gestionnaires.

d'obus acheminés par 200 trains, et impliquent plus d'artilleurs que de fantassins ; la bataille de la Marne, plus longue, consomme 3,5 millions d'obus.

Le résultat est un tel manque de munitions que Joffre en tient le compte personnellement sur un petit carnet, qui ne quitte pas sa veste, pour les

<sup>1</sup> NDR : comme le note P. Dufour, directeur du SIAé, en 2016 : « La montée en puissance consiste « simplement », à accélérer le rythme en matière de sous-traitance et de formation de personnels et à augmenter le nombre de cadres (...). Il s'agit d'ingénieurs et de techniciens, de façon à optimiser les chaînes de production, à augmenter les sous-traitances, à harmoniser les processus et à traiter les points bloquants.

<sup>2</sup> En 48 heures selon le SHD, durée totale sans doute sous-évaluée.

Le directeur des Poudres nommé en août 1914 est remplacé en juin 1915 par un manager rétrogradé en novembre 1915, et les indicateurs sérieux ne sont mis en place que mi 1915.

**. 60 heures par semaine, des accidents, des punitions.**

Une telle montée en puissance des productions met les personnels à rude épreuve : 60 à 70 heures par semaine pour les femmes, travail de nuit, des punitions voire la prison pour des retards ou l'introduction d'alcool. Les ouvriers sont bien payés, mais la fin de la guerre génère un chômage brutal des femmes alors que les hommes ne sont pas encore démobilisés.

**. Des compromis : bénéfiques, qualité.**

En contrepartie de la production, il faut des compromis : les usines chimiques sont reconverties, mais certains dirigeants refusent de quitter des productions plus rentables, comme la peinture. La priorité est donnée aux poudres au détriment de la pharmacie.

La qualité des munitions est affectée : le taux de rebut des munitions a augmenté d'un facteur 30, et la portée insuffisante ou trop variable provoque des tirs fratricides dans les opérations de « feu roulant » où l'artillerie progresse à la même vitesse que l'infanterie en bombardant devant elle. La poudre de moindre qualité importée des USA<sup>3</sup> explose parfois en chambre au départ du coup. Des usines explosent : Blanc Pignon, Sainte-Adresse, La Pallice, Croix d'Hins... sans compter les stocks.

**Un effet indirect des blocus : importer des produits finis.**

La guerre sous-marine limite le transport maritime donc les importations, qui sont alors orientées sur des produits finis, moins lourds : cependant les achats aux USA, à contrats fermes, continuent, conduisant à des licenciements en France, et donc à des personnels peu aguerris envoyés au front. De leur côté, les Allemands avaient une production d'acier limitée

<sup>3</sup> NDR : la poudre est un produit très technique. Un rapport parlementaire de décembre 2015 note que nous avons eu un problème avec le stock d'un fournilleur américain, et que certains explosifs allemands ne correspondent pas à nos critères de sécurité.



Cartoucherie de Toulouse en 1916 : uniquement des femmes (photo archives de Toulouse)

qui ne suffisait pas à la fois aux sous-marins et aux chars. Pour les poudres, le soulagement a été apporté par la reprise des importations après la « guerre sous-marine totale » grâce à la généralisation des convois escortés, qui ont pu livrer plus de matières premières, comme les nitrates Chiliens.

Ils étaient confrontés aux mêmes manques en raison des blocus, et ont pu poursuivre la guerre grâce à la synthèse de l'ammoniac découverte par Haber, qui a eu successivement le prix Nobel et une condamnation pour crimes de guerre pour ses armes chimiques. Il reste en France les palliatifs provisoires, comme le crottin de cheval en guise d'additif (qui est plus nitré) améliorant la texture et la sensibilité à l'amorçage, plus signes de crise que réels atouts pour les Poudres.

**Des sujets méconnus : l'emploi des coloniaux, les armes chimiques.**

L'arrivée dans les usines de « coloniaux », amenés parfois presque de force, est préparée selon leurs compétences, c'est-à-dire selon les qualités attribuées : les Ammanites sont dits méticuleux mais chétifs (et supportent mal la nourriture française, ce qui a favorisé les rizières de Camargue), les Africains sont dits négligents et rétifs, etc. Les supplétifs sont aussi des prisonniers. La reconnaissance des quelque 120 000 coloniaux com-

mence seulement maintenant, timidement.

Et pour finir, une observation en aparté des participants au colloque, corroborée par un séminaire récent du SSA sur la guerre chimique : l'étude et la production des armes chimiques françaises, leur stockage et leur destruction sont des sujets encore mal connus et absents des colloques : peut-être la prochaine fois, en 2018 ?<sup>4</sup>

**Et maintenant ?**

Aujourd'hui le contexte a radicalement changé :

- industriel (les équipements sont plus complexes et la chaîne de sous-traitants plus longue) ;
- réglementaire (principe de précaution, respect de l'environnement) ;
- humain (c'était l'époque où la vie d'un homme comptait pour bien moins).

Et si c'était à refaire, quelles solutions ?

Ce qui est certain, c'est que les réponses à cette question seraient insuffisantes, car inadaptées au contexte réel qui par essence est imprévisible. Mais que sans ingénieurs déjà formés on ne peut rien. ☹

<sup>4</sup> A tel point que selon une thèse de doctorat récente, « le président de la République François Mitterrand affirmait à la tribune de l'ONU que la France n'avait jamais disposé de stocks d'armes chimiques. En 1997, le rapport remis aux inspecteurs de la Convention Internationale sur l'Interdiction des Armes Chimiques suivait le chemin tracé jusque là ; aucun stocks d'armes chimiques n'a jamais été constitué en France. » (cette thèse sur les armes chimiques, cite Racine : « il n'est point de secret que le temps ne révèle »)

# TABLE RONDE SUR LA PROLIFÉRATION NRBC : LE CAS CHIMIQUE

Norbert Fargère, IGA

Avec la ratification en 1997 de la Convention sur l'interdiction des armes chimiques par de nombreux Etats, nous pensons en avoir fini avec leur utilisation. La multiplication d'actes terroristes et les conflits récents ont montré que leur emploi reste une menace réelle et sérieuse.

**E**n août 2016 une commission d'enquête concluait à l'emploi d'armes chimiques en Syrie. Sur les 9 cas sélectionnés d'utilisation présumée, 2 ont été attribués aux forces gouvernementales syriennes et un autre au groupe terroriste Daech. La commission a constaté des faits similaires à Kafr Zeïta (avril 2014), à Qaminas (mars 2015) et à Binnich (le 24 mars 2015). Les autorités soudanaises en auraient perpétrés dans la région de Jebel Marra et Amnesty International dénombrerait plus de 200 morts. L'ONG s'est appuyée sur divers documents et témoignages des survivants, les signes cliniques et les symptômes entrevus pourraient tout à fait provenir d'une exposition à des agents vésicants tels que l'ypérite (HD), l'oxime de phosgène (CX) ou la lewisite (L), aux émanations reconnues, moutarde putride, œuf pourri, poivre ou bien encore insecticide, chlore ou sulfure.

**L'utilisation terroriste** de l'arme chimique est également redoutée sur le territoire national. Le Premier ministre, après les attentats du 13 novembre, évoquait devant les députés le « risque d'armes chimiques ou bactériologiques » dont l'organisation Etat islamique pourrait faire usage en France. En 1994, l'attaque terroriste au sarin par Aum dans le métro de Tokyo a été un énorme choc pour la société nipponne (13 morts et 6 000 intoxiqués).

Rappelons que l'arme chimique est une idée vieille comme le monde. Elle remonte à au moins 4 000 ans. C'est par exemple l'utilisation d'écran de fumées toxiques, ou l'empoisonnement de puits avec le

champignon de l'Ergot de seigle. Mais c'est la Première guerre mondiale qui marque le début de la guerre chimique moderne.

C'est le 22 avril 1915 près d'Ypres que le tournant dans l'utilisation industrielle de l'arme chimique a eu lieu. Les Allemands ouvrent les vannes de 6 000 bouteilles de chlore et relâchent 168 tonnes sur un front de 6 kilomètres de large. Un épais nuage blanchâtre a infiltré les tranchées alliées. L'effet est immédiat. Cette attaque constitua pour les autorités militaires et politiques alliées une surprise totale.

**La période de mai 1915 à juillet 1917** fut marquée par la recherche de nouveaux produits, comme le phosgène et l'acide cyanhydrique. Les vecteurs ont été adaptés comme la Livens Projector, car les nuées dérivantes étaient alors mal maîtrisées. Les études sur de nouveaux agents se concentrèrent sur deux aspects complémentaires : la toxicité et la persistance. Parmi eux, l'ypérite ou gaz moutarde s'imposa et devint le « symbole » de cette guerre particulière, premier composé sans application civile, fabriqué spécialement pour servir d'arme chimique.

**Nous arrivons au protocole de Genève de 1925**

Dès 1919, la question de la prohibition des armes chimiques se pose. Les négociations pour un régime de contrôle réciproque des Etats s'engagent lors de la conférence navale de Washington.

C'est en juin 1925 que le « protocole de Genève » fut adopté par les participants prohibant l'utilisation d'armes chimiques et bacté-

riologiques et ratifié par une quarantaine de pays. Il ne comportait aucune procédure de vérification. Ainsi la plupart des pays, dont la France et la Grande Bretagne, se réservèrent le droit d'utiliser les armes chimiques de riposte.

**Cela conduisit naturellement au réarmement chimique entre les deux guerres**

Les recherches militaires continuèrent. En violation du traité de Versailles, l'Allemagne poursuit secrètement des travaux, avec le soutien de la Russie dans le cadre d'un accord top - secret. Notons également l'utilisation de l'ypérite par l'Italie de Mussolini pour la conquête de l'Abyssinie.

Les travaux d'IG Farben sur de nouveaux insecticides, conduisent alors à découvrir une nouvelle famille d'agents. Ce sont les agents neurotoxiques organophosphorés, d'abord le « Tabun » (1937). Le Sarin sera synthétisé en 1938 et le Soman en 1944. Néanmoins, Hitler refusa de s'en servir contre les alliées craignant probablement une riposte. Ceux-ci, outre d'un stock considérable d'ypérite, disposeraient d'armes bactériologiques (anthrax).

Vient ensuite la guerre froide et la constitution dans chaque bloc d'un arsenal militaire chimique, avec la production à l'échelle industrielle des agents neurotoxiques.

Dans les années 1950, cet arsenal sera complété par le VX, plus toxique, extrêmement persistant. Dans les années 60, l'OTAN considère que le stock soviétique s'élève à 150 000 tonnes d'agents chimiques (ypérite et agents neurotoxiques), correspondant à un

quart des munitions d'artillerie. Pourtant les pays qui ont développé ces arsenaux ne les emploient pas dans les conflits qui ont émaillé la période. Comme les armes nucléaires, ils étaient destinés à un affrontement massif. On passera pudiquement sous silence les défoliants utilisés massivement lors de la guerre du Vietnam.

**Arrive alors le véritable tournant :** la signature à Paris en 1993 de la convention sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC). Ratifiée par la France en 1995, elle entre en vigueur le 29 avril 1997. Elle s'établit sur trois principes fondamentaux : interdiction complète des armes chimiques, destructions des arsenaux existants, régime de vérification sous l'égide d'une institution indépendante (l'OIAC), disposant d'inspecteurs. C'est l'un des plus grands succès en matière de désarmement général. Toutefois si la fin de la destruction des armes chimiques russes et américaines est prévue pour 2023, le cas syrien reste un point d'inquiétude.

### Et en France ?

**C'est à un laboratoire de la DGA** qu'est dédiée l'analyse des toxiques de guerre :

- c'est le seul laboratoire en France, accrédité COFRAC 17025, désigné auprès de l'OIAC pour la réalisation d'analyses prévues au titre de la CIAC depuis 1998. Il participe aux très exigeants exercices inter-laboratoires (type Round Robin) ;
- intégré dans le réseau national des laboratoires Biotox – Piratox, il est le seul disposant d'une capacité d'analyse des toxiques de guerre ;
- il est également désigné pour l'analyse d'échantillons biomédicaux.

**C'est au Service de santé des armées** d'intervenir au travers de son centre de recherche pour la recherche des contre-mesures médicales au sein de l'Irba, de la Pharmacie centrale des armées et des Hôpitaux d'instruction des armées qui possèdent l'expérience pour le traitement des blessés contaminés.

### Mais aussi des efforts en matière de défense NRBC

Dès les années 2000, la France a lancé un programme intégrant le risque terroriste. Ce programme R&D interministériel, piloté par le SGDSN avec le soutien du ministère de la Défense, comporte une partie de travaux confiée au CEA notamment. Ils sont menés depuis une quinzaine d'années dans tous les domaines : CMM, détection, protection et décontamination, avec des solutions innovantes.

La France développe les moyens au travers d'opérations d'armement ambitieuses, traitant de détection, de protection individuelle ou collective et de décontamination.

Citons une nouvelle génération de produits, comme le futur masque des pilotes d'avion (EPPAC) en cours de qualification, les équipements de protection (programme Félin), l'équipement du fantassin, ou encore le futur ensemble de protection individuelle NRBC des armées (EPIA).

### CONCLUSION

Le spectre de l'arme chimique commençait à s'éloigner, malheureusement les conflits récents (Syrie/Irak) ainsi que les risques terroristes sur le territoire national nous ramènent à la réalité. Cette arme

de destruction et de désorganisation massive, sait s'allier aux toutes dernières modernités (il est fait récemment état de l'utilisation de gaz moutarde par Daech avec comme vecteur des drones...). Plusieurs pays avec l'OIAC mettront en place des dispositions visant à criminaliser et juger toute action qui serait contraire à la convention. L'établissement de la preuve d'utilisation d'un toxique du tableau 1 de la CIAC n'est plus suffisant et il s'agit bien d'identifier celui qui a utilisé ces armes, mais aussi ceux qui les ont fabriquées. La France agit sur toutes les facettes de la prévention et de la gestion des risques NRBC. Elle ne travaille pas seule et a mis en place des coopérations avec de nombreux pays. L'action se conduit, en amont comme en aval d'une possible agression, au profit des forces armées, mais aussi de la protection du public sur le territoire national. Le ministère de la Défense y joue un rôle central, avec l'Intérieur et la Santé, principalement sous l'égide du SGDSN, qui coordonne l'effort national. Un jour l'emploi de l'arme chimique sera relégué dans le passé. C'est certainement notre vœu le plus cher. Néanmoins, si le chemin est éclairé, restons vigilants. ☺

### ACTUALITE : DAECH PROJETAIT D'INTÉGRER DE L'ARMEMENT CHIMIQUE SUR MISSILES



L'Etat islamique en Irak et au Levant avait pris en décembre 2012 le bataillon 111, unité de guerre chimique de l'armée de Bachar el Assad, et aurait récupéré en 2014 des stocks de gaz moutarde irakiens ayant échappé aux destructions des années 90 conduites sous contrôle international.

Cette détention a été confirmée notamment par des tirs d'obus au gaz moutarde le 9 mars 2016 à Taza, dans le sud de l'Irak. Mais il semble que Daech ait été sur le point de se doter de capacités de projections sur de longues portées. Des militaires irakiens et français viennent en effet de découvrir, dans une résidence de Mossoul, des corps de missiles ainsi que plusieurs agents chimiques destinés à y être intégrés. L'avance des troupes de la coalition n'a heureusement pas permis à l'Etat islamique de mettre son projet à exécution, mais cette découverte oblige à redoubler de vigilance.

# LA RENAISSANCE DU PRYTANÉE NATIONAL MILITAIRE DANS L'ARMEMENT

Pierre Ly et Richard Castaing

Institution fondée en 1604 par le roi Henri IV, la fonction du Prytanée National Militaire a évolué au cours des siècles tout en gardant son but originel : « Instruire la jeunesse et la rendre amoureuse des sciences, de l'honneur et de la vertu, pour être capable de servir au public ».

Situé à La Flèche, dans la Sarthe, le Prytanée est aujourd'hui composé d'un lycée et de classes préparatoires. Pourvoyeur d'un bon nombre d'officiers, l'établissement a également formé de nombreux ingénieurs et scientifiques de renom. « J'étais en l'une des plus célèbres écoles de l'Europe » écrivait ainsi Descartes, évoquant ses souvenirs du collège royal de La Flèche qu'Henri IV confia aux pères jésuites en 1603. Seul lycée militaire à disposer d'une classe de MP\* (anciennement M'), le Prytanée voit depuis longtemps passer par ses bancs de nombreux X et X-IA. C'est avec ces derniers que nous sommes entrés en contact le mois dernier pour analyser et retracer les liens entre les trois entités que sont le Prytanée, l'X et le Corps de l'Armement.

## Prise de contact

Après un premier recoupement entre les annuaires du Prytanée et de l'X afin de trouver les coordonnées des brutions-X-IA, nous fûmes très agréablement surpris par la quantité de réponses reçues suite à notre email de demande de renseignements. Parmi la cinquantaine de réponses, figurent des anecdotes inédites dont nous avons gardé certains extraits, des photos de classes et des descriptions détaillées de promotions brutionnes. A l'aide de ces dernières, nous sommes remontés jusqu'aux intégrations à l'X de 1942 et avons pu établir les statistiques que nous vous présentons dans cet article. Les résultats sont probablement incomplets (notamment à partir de la promotion X93) et présentent certainement quelques erreurs.



## Le Prytanée et l'Ecole Polytechnique



« INSTRUIRE LA  
JEUNESSE ET LA RENDRE  
AMOUREUSE DES  
SCIENCES, DE L'HONNEUR  
ET DE LA VERTU, POUR  
ÊTRE CAPABLE DE  
SERVIR AU PUBLIC »

Comme beaucoup le relatent dans leur témoignage, les années d'études au Prytanée demeurent un souvenir marquant. Nombreux sont les brutions ou ñass (surnom des élèves du Prytanée, du Bahut comme ils aiment l'appeler) qui nous ont raconté leur histoire dans cette grande famille que constitue le quartier de la Taupe Brutionne. Quartier ayant pour objectif traditionnel l'intégration à l'X, c'est en son sein que se sont forgés un esprit de cohésion et des amitiés d'une vie.

Depuis 75 ans, au moins 588 brutions ont intégré l'X.

Entre les années 40 et 60, le Prytanée est monté en puissance jusqu'à former entre 15 et 20 X par an dans les années 60-70 (sur une classe de 32 à 35 élèves).

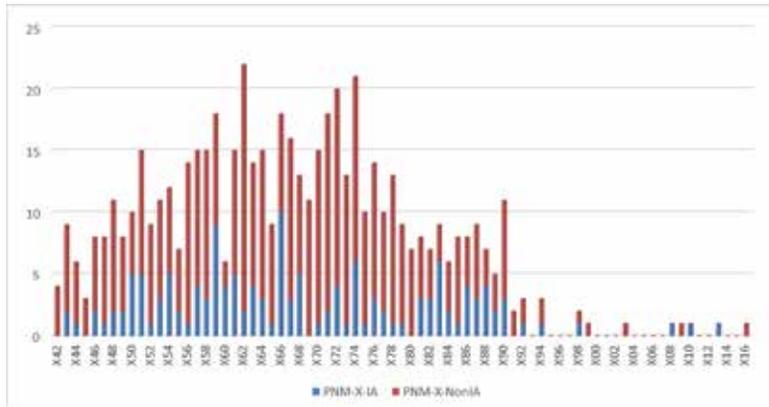
La chute des résultats à la fin des années 70 s'explique par le départ à la retraite du professeur de mathématique en 1976. Les intégrations se

maintiendront autour de la dizaine jusqu'au milieu des années 90 et l'entrée en vigueur d'une réforme des classes préparatoires en 1997. Elle créa de nouvelles filières et la répartition des places à l'X défavorisa la filière M', devenue MP\*. Les résultats du Prytanée baissèrent alors. Une explication serait que les élèves du Prytanée intégraient l'X dans la seconde partie du classement et pour plus d'une moitié en cube (5/2).

Les résultats sont en baisse et le cercle vicieux s'enclenche : les meilleurs élèves de lycée délaissèrent le Prytanée pour les écoles préparatoires parisiennes...

### L'importance du Prytanée pour le corps de l'Armement

Le Prytanée est un terreau important d'IA. Sur les 588 brutions-X depuis 1942, 144 ont intégré le corps de l'Armement, environ le quart !



Le corps de l'Armement est, pour les brutions, le moyen de concilier le service de la nation, l'amour des sciences et des techniques et le travail au profit de leurs camarades des armées.

Soulignons que le Prytanée forme également chaque année des IETA, dont certains deviendront par la suite IA.

Les résultats du Prytanée ne sont plus ce qu'ils étaient. L'intégration est pourtant possible, comme nous l'a prouvé Nicolas Cruaud cette année en rejoignant la promotion X2016. Comment relancer la « machine à X » des années 60-80 ? Comment le corps de l'Armement et plus largement la DGA peuvent-ils aider un établissement qui leur a tant apporté ?

. **Jean-François Clervoy** (X78, 6513C) est spatio-naute. La DGA le détacha au CNES dès sa sortie d'école d'application (SUPAERO). Le CNES le détacha par la suite... à la DGA de 86 à 92 ! La boucle est bouclée.

Lors de ses voyages dans l'espace, il a notamment emporté : le fanion de la taupe brutionne, son bicorne, le CD gravé avec le nom de tous les X à la date du bicentenaire et la médaille de la DGA (retournée au DGA par la suite).

. **Patrick Bouteloup** a intégré deux fois l'X depuis le Prytanée, en 1973 puis 1976. La première fois, il a été exclu pour manque de travail. Il a donc connu l'intégration à l'Ecole Polytechnique de la montagne Sainte Geneviève, puis de Palaiseau. D'après l'annuaire du Prytanée, il a deux matris (5104C et 6330C). D'après l'annuaire de l'X, il n'est que X76.

. Pensée pour notre camarade brution **Thierry Duquesne**, X81, IGA et directeur de la Programmation, de l'International et de la Qualité au CNES, qui nous a quittés le mois dernier.

Le B brution barré d'une flèche, symbole du Bahut, a été peint sur la coupole du Panthéon à l'époque où l'X était dans Paris. On peut le voir sur l'image google map ci-dessous, datant de 2008. Il a été effacé lors du nettoyage du Panthéon en 2014.



# LU POUR VOUS



## L'HISTOIRE DES HÉLICOPTÈRES EN FRANCE

**DEPUIS 1945**

**Collection COMAERO – AACHEAR –  
La documentation Française**

Le COMAERO (Comité pour l'histoire de l'aéronautique) enrichit sa collection d'études sur l'histoire de l'aéronautique avec une nouvelle publication sur l'histoire des hélicoptères en France depuis 1945.

Réalisée sous la présidence de notre regretté camarade Emile Blanc, la rédaction a été assurée par les principaux acteurs du développement des hélicoptères : anciens du CEV et d'Eurocopter, de la DGA/DCAé, et aussi contributeurs extérieurs aux compétences reconnues. L'homogénéité de la rédaction finale est le fruit du travail de Gérard Bretécher assisté de Bernard Fouques et Jean-Pierre Dubreuil. Publié par La documentation française, l'ouvrage de 450 pages, est agrémenté de 218 figures.

Si les premiers essais en France de machines capables de vols verticaux datent de 1907 et accompagnent les progrès des premiers aéronefs, le premier hélicoptère réussi au monde (un Breguet-Dorand gyroplane laboratoire) est français et réalisa un vol de 44 kilomètres en novembre 1936. La période de l'occupation mit à mal cet heureux commencement et il fallut attendre la fin de la guerre pour que l'in-

dustrie française renaisse et obtienne de réels succès avec le Djinn, la série des Alouette, du Frelon et Super Frelon. A la fin des années 60, apparaîtront les premières grandes coopérations avec les britanniques (Puma, Gazelle et Lynx), avec les allemands (Tigre), et en multinational (NH90). Les programmes commerciaux (Super Puma, Dauphin, Ecureuil) et les programmes nationaux dérivés (Cougar, Panther, Fennec et Horizon) sont présentés dans les derniers chapitres qui traitent également des moteurs, des recherches et des aspects commerciaux et industriels.

L'essor des performances françaises en matière d'hélicoptères à la fin du deuxième conflit mondial résulte du dynamisme industriel de sociétés comme l'Aérospatiale. L'intégration européenne a permis à Airbus Helicopters d'être aujourd'hui leader mondial. Les auteurs soulignent qu'une concertation fructueuse entre responsables de l'administration, porteurs d'une vision stratégique, et acteurs de la recherche et de l'industrie sont à l'origine de ces excellents résultats, sans oublier l'apport d'hommes de qualité imaginatifs et décidés.

Un ouvrage à recommander à ceux qui s'intéressent aux succès industriels de la France, et aux passionnés d'histoire scientifique, technique et militaire.

**Daniel Jouan, IGA**



## LES ARMES CHIMIQUES DANS LA RDN

**(JUILLET 1983-JUILLET 1997) Jean Compagnon**

Disponible à la Revue de défense nationale au prix de 10 € sous forme papier (tirage limité) ou au même prix en ligne sur le site de la revue ([www.defnat.fr](http://www.defnat.fr))

La Revue de défense nationale publie un cahier dédié au général Compagnon, cahier qui rassemble les principaux textes publiés par cet auteur de 1983 à 1997 sur le sujet des armes chimiques dans la Revue.

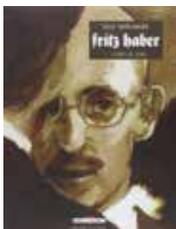
Après son dernier commandement de la troisième région militaire à Rennes, le général Compagnon se retira en deuxième section dans la région de Rennes et troqua l'épée pour la plume. S'il n'avait choisi la voie militaire, il aurait été historien, et le temps de la retraite lui donna l'occasion de consacrer son temps à cette première vocation. Pour le compte des éditions Ouest-France, il rédigea un Guide des Plages du débarquement (1979) largement diffusé, y compris outre-Atlantique. Le guide sera suivi d'un ouvrage plus cagnotte : 6 juin 1944, Débarquement en Normandie, victoire stratégique de la guerre (Ouest-France, 1984), et d'une biographie du Général Leclerc, maréchal de France

(Flammarion, 1994), sous les ordres duquel il avait servi. Cette carrière d'historien et d'écrivain le conduisit à être le correspondant du journal Ouest-France pour les questions de défense à partir de 1980. Bien qu'il ne fût pas un expert de la question des armes chimiques, la période des années 1980 et 1990 fut riche en événements mettant en cause ces armes, ce qui le conduisit à publier de nombreux articles sur le sujet, aussi bien dans Ouest-France que dans des revues comme Perspectives et surtout Défense nationale.

La Revue de défense nationale diffuse donc ce petit cahier de 93 pages qui traite, après un rappel historique, technique et militaire sur le sujet, des efforts entrepris pour parvenir à une convention d'interdiction des armes chimiques et des difficultés rencontrées lors des ratifications du traité jusqu'en 1997. Un court article d'actualité (juin 1991) analyse les raisons qui ont conduit Saddam Hussein à ne pas utiliser les armes chimiques.

Un cahier intéressant qui paraît en même temps que le Magazine des ingénieurs de l'Armement et s'intègre bien dans la thématique de ce numéro.

**Daniel Jouan, IGA**



## « FRITZ HABER » par David Vandermeulen

Dans sa synthèse des dernières journées Paul-Vieille, Denis Plane évoque d'une phrase les extrêmes qu'atteignit un des plus grands chimistes du XX<sup>ème</sup> siècle, Fritz Haber, à la fois prix Nobel et bienfaiteur de l'humanité grâce à la découverte du procédé de synthèse de l'ammoniac qui permit de s'affranchir, pour la fabrication des engrais agricoles, de la dépendance à des matières premières en voie d'épuisement, mais aussi géniteur de la guerre chimique « moderne ». On pourrait ajouter entre autres paradoxes apparents qu'il fut nationaliste, belliciste, mais aussi ami et mentor d'Albert Einstein, pacifiste notoire.

### Un « biopic imprimé » ambitieux et rigoureux

Ce destin d'une complexité à la fois trouble et fascinante méritait plus qu'une phrase en passant, et c'est une forme de monument que je souhaite vous donner envie de découvrir. Dans son histoire, notre magazine n'a que rarement consacré de recension à une bande dessinée, mais l'objet littéraire que nous livre David Vandermeulen y trouve toute sa place.

Loin des canons classiques du 9<sup>ème</sup> art, cette œuvre solidement documentée pourrait être qualifiée de « biographie graphique » - équivalent imprimé du « biopic » -. Les quatre tomes parus couvrent la vie de Fritz Haber jusqu'en 1918, deux autres sont prévus pour clore un cycle auquel l'auteur aura consacré plus de vingt ans

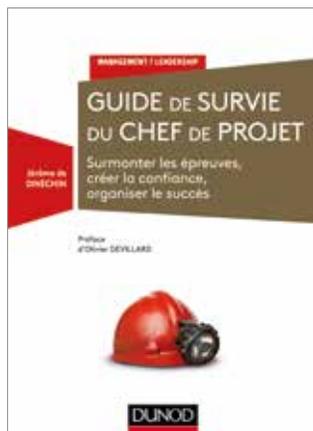
depuis sa « rencontre » avec Haber en 1998, et dont il dit qu'il ne suffira sans doute pas à lui permettre de comprendre son personnage (on hésite à parler de « héros » encore que le titre du tome 2 fasse appel à ce terme, tout en mettant en lumière l'ambiguïté qui s'y attache).

### Un récit servi par des choix picturaux innovants

Par l'effet de choix narratifs à la fois radicaux et novateurs (couleur sépia, sous-titres remplaçant les phylactères et libérant totalement l'image, utilisation de cartons intercalaires, à la manière du cinéma expressionniste allemand, dont on trouve d'ailleurs des réminiscences objectives dans certains passages « oniriques » qu'incorpore parfois l'auteur dans son récit), le lecteur se trouve plongé dans l'atmosphère (« l'esprit du temps », comme titre le tome 1), au tournant des XIX<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècles, d'une Allemagne en plein développement industriel, mais aussi profondément marquée par un antisémitisme endémique, auquel Haber se trouvera toute sa vie en butte - car sa judéité n'est pas le moindre des paradoxes le concernant. Je n'oublie pas de souligner l'emploi de la technique du lavis, qui permet à David Vandermeulen de composer une œuvre toute en ombres, lumières, et flous - en totale adéquation, donc, avec ce Fritz Haber dont la destinée apparaît finalement presque faustienne.

**Bruno Bellier, ICA**

# CAMARADES ÉCRIVAINS



## GUIDE DE SURVIE DU CHEF DE PROJET par Jérôme de Dinechin

Collection : Management/Leadership, Dunod. Février 2017 - 240 pages - 160x220 mm. EAN13 : 9782100758098

Tout les responsables connaissent ou redoutent le cycle en V pathologique des projets : illusion, euphorie, inquiétude, panique, recherche des coupables, punition des innocents et récompense des non participants ! Cela a été pour Jérôme de Dinechin le début d'une analyse orientée coaching sur ce que vivent les chefs de projets. Car bien loin d'être un accident, ce cycle en V pathologique correspond à un fonctionnement « systémique », dans lequel les différents acteurs agissent logiquement et intelligemment en fonction des règles locales qui s'appliquent à leur fonction : devant des difficultés à réaliser un produit, le client va logiquement s'adresser à l'entreprise réalisatrice pour lui demander des comptes, et la hiérarchie du chef de projet va logiquement diligenter une commission d'enquête pour y répondre et rechercher des coupables, par exemple.

Mais la vie d'un chef de projet rassemble bien d'autres difficultés, rarement évoquées dans les nombreux ouvrages de méthode ou de conduite de projets. En effet, la difficulté ne se trouve pas au niveau de la méthode ou des outils, mais au niveau de ce que vit le chef de projet sur des périodes parfois longues. Du reste, les mêmes ouvrages précisent bien qu'en la matière, « rien ne remplace l'expérience ». En y appliquant son expérience de chef de projet, de consultant, d'enseignant en management de projet et en ingénierie système, l'auteur a identifié une dizaine de grandes épreuves qui frappent les chefs de projets. Certaines sont plus faciles à traverser que d'autres, car si l'on devient chef de projet, c'est bien que l'on a envie de relever des défis. Mais il y en a toujours une ou deux qui nous touchent plus particulièrement. Ce peut être « accepter ce que l'on n'a pas négocié », ou « décider sans savoir », ou encore vivre « l'épreuve de la confiance », le « manque de temps chronique », « la vie en équipe »... Et c'est justement dans ces épreuves-là que nous sommes appelés à grandir et à nous dépasser.

Le « guide de survie du chef de projet » propose ainsi une compréhension des fonctionnements systémiques d'un projet pour mieux prévenir les accidents, et une analyse approfondie des grandes épreuves à traverser, dont parfois nous n'avons qu'une perception faible ou faussée : Ainsi l'exemple de cet ingénieur disant : avant j'avais un chef super, très compétent et sympa, mais depuis que j'ai changé de chef, je n'ai plus mal au dos...

Il explore également les différentes réactions instinctives devant ces épreuves, qui ne sont que rarement les mieux adaptées, comme par exemple ne pas décider ou décider arbitrairement. Il donne ensuite des chemins pour gagner en estime de soi et en performance.

Les ingénieurs de l'armement se caractérisent par leur capacité à faire aboutir des projets complexes à forte dimension technologique. Ne sont-ils pas appelés à vivre l'itinéraire d'un héros, y compris en trouvant sur leur route une aide qui les révèle à eux-même... ou un coach ?

Un livre décapant pour prendre conscience du parcours de croissance que nous avons à vivre à travers les projets, et pour y réussir tout en restant nous-mêmes.

# LU AU JO

Daniel Jouan

## PAR DÉCRETS D'OCTOBRE 2016

**Est nommé au grade d'ingénieur général de 1<sup>ère</sup> classe : Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> novembre 2016**

. L'IGA2 Dohet (Alain).

**Sont nommés :**

- . L'IGA1 Dohet (Alain), adjoint au chef du service technique en charge des infrastructures techniques et de la cohérence de la politique des investissements de la DGA (1<sup>er</sup> novembre 2016).
- . L'IGA 2 Videau (Jean-Christophe, Philippe), secrétaire permanent interarmées du maintien en condition opérationnelle aéronautique (1<sup>er</sup> novembre 2016).
- . L'IGA2 Hué (Nicolas, Marcel), chef du service du maintien en condition opérationnelle de la direction des opérations (1<sup>er</sup> novembre 2016).

## PAR DÉCRET DE NOVEMBRE 2016

**Est nommée :**

- . L'IGA2 Carlier (Mireille, Gisèle), directrice adjointe de l'unité de management Opérations d'armement terrestres de la DGA/Direction des opérations (21 novembre 2016).

## PAR DÉCRETS DE DÉCEMBRE 2016

**Est nommé et élevé au rang et appellation d'ingénieur général hors classe :**

- . L'IGA1 Bouchet (François, Henri, Robert), directeur général de l'Ecole Polytechnique (1<sup>er</sup> janvier 2017).

**Sont promus au grade d'ingénieur général de 1<sup>ère</sup> classe : Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> janvier 2017**

. L'IGA2 Borg (Laurent, Antoine, Sauveur).

. L'IGA2 Combrisson (Jean-Luc).

**Sont nommés au grade d'ingénieur général de 2<sup>ème</sup> classe : Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> janvier 2017**

- . L'ICA Leclercq (Frank, Christophe).
- . L'ICA Kammerer (Stéphane, Alain, Pierre, Marie).
- . L'ICA Pinet (Marie-Hélène).
- . L'ICA Bezombes (Patrick, Gilbert, Christian).
- . L'ICA Cournil (Michel, Charles, André).

**Pour prendre rang du 1<sup>er</sup> février 2017**

- . L'ICA Chauve (Pascal, René, Maurice).
- . L'ICA Badrinath (Arvind).

**Sont nommés :**

- . L'IGA2 Kammerer (Stéphane, Alain, Pierre, Marie), directeur de l'unité de management Opérations d'armement hélicoptères et missiles de la DGA/Direction des opérations (1<sup>er</sup> janvier 2017).
- . L'IGA1 Borg (Laurent, Antoine, Sauveur), adjoint au chef du Service des procédures d'exportation et des moyens, maintenu dans ses fonctions de chargé de la sous-direction de la gestion des procédures de contrôle du Service des procédures d'exportation et des moyens de la DGA/Direction du développement international (1<sup>er</sup> janvier 2017)
- . L'IGA1 Combrisson (Jean-Luc), président de la section études techniques du Conseil général de l'armement (1<sup>er</sup> janvier 2017).
- . L'IGA2 Bezombes (Patrick, Gilbert, Christian), directeur adjoint du centre interarmées de concepts, de doctrines et d'expérimentations (1<sup>er</sup> janvier 2017).
- . L'IGA2 Cournil (Michel, Charles, André), adjoint militaire du délégué à la sûreté nucléaire et à la radioprotection pour les activités et installations intéressant la défense (1<sup>er</sup> janvier 2017).
- . L'IGA2 Pérard (Thierry), directeur de l'unité de management Opérations d'armement terrestres de la DGA/Direction des opérations (1<sup>er</sup> janvier 2017).

# CARNET PROFESSIONNEL

**ONT ÉTÉ NOMMÉS :**

- . Jérôme Perrin (1970), adjoint au Délégué ministériel adjoint aux industries de sécurité du ministère de l'Intérieur/DGPN/DAPN/STSI (01/12/2016)
- . Jean-Claude Bertrand (1959), directeur de programme chez Flying Whales (01/12/2016)
- . Jean Salanova (1968), vice-président numérique et chargé de mission Fondation pour l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées (01/12/2016)
- . Olivier Morice (1969), CEA/DAM/Ile de France (01/01/2017)
- . Thomas Collilieux (1981), Ammunitions & launchers sub-section leader à l'OCCAR/Paris (01/01/2017)
- . Guillaume Hervé (1975), ingénieur chercheur au CEA/LETI Grenoble (01/01/2017)
- . Guilhem de Robillard (1977), sous-directeur de l'ingénierie du soutien au SGA/SPAC/Arcueil (05/01/2017)
- . Jean-Luc Combrisson (1961), responsable de l'activité cyber au sein de Défense conseil international (DCI) (16/01/2017)
- . Benjamin Gallezot (1972), chef du Service de l'industrie et adjoint au Directeur général des entreprises à la DGE (16/01/2017)
- . Christian Guerrini (1963), responsable Infrastructure France chez CAP GEMINI/Paris (24/01/2017)
- . Stéphane Bernard (1989), CEA/DAM/Ile-de-France (01/02/2017)
- . Thomas Gosset (1977), responsable stratégie et concurrence à la SNCF (01/02/2017)



**PLACEZ  
L'INNOVATION AU  
CŒUR DE VOTRE  
MÉTIER**



Nexter recrute : **rejoignez-nous**



**nexTER** **K+N**  
A COMPANY OF **D+S**

**CRÉATEUR DE NOUVELLES RÉFÉRENCES DE DÉFENSE | [WWW.NEXTER-GROUP.FR](http://WWW.NEXTER-GROUP.FR)**

Excellence at your side\*

**NOTRE ENGAGEMENT POUR VOUS**

Les forces armées font face à des scénarios de combat de plus en plus complexes, dans lesquels il n'y a pas de place à l'erreur. Dans cet environnement ultra-exigeant, vous pouvez compter sur nos équipes d'experts qui s'engagent auprès de vous, afin de vous apporter des technologies à la pointe, éprouvées sur le terrain et une réelle autonomie pour votre défense.

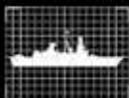
AIR  
DOMINANCE



AIR  
DEFENCE



MARITIME  
SUPERIORITY



BATTLEFIELD  
ENGAGEMENT



[www.mbda-systems.com](http://www.mbda-systems.com)

