

Études et expérimentations françaises dans le domaine spatial

Autor(en): **Perret-Gentil, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue Militaire Suisse**

Band (Jahr): **107 (1962)**

Heft 3

PDF erstellt am: **30.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-343097>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Etudes et expérimentations françaises dans le domaine spatial

La France aborde le domaine spatial. Mais les études et réalisations préliminaires sont très longues. Celles-ci doivent porter sur deux branches principales fort distinctes : les fusées, moyens de propulsion, comprenant plusieurs branches annexes, et les expérimentations proprement dites, car il n'est pas possible de reproduire au sol les conditions d'un vol spatial, tout comme il sera fort difficile de reproduire dans une cabine spatiale les conditions de la biologie terrestre.

* * *

Comme fusées, la France possède maintenant, outre une gamme déjà étendue d'engins guidés et de roquettes d'emploi tactique, deux types d'engins-fusées expérimentaux et d'exploration, pouvant s'élever très nettement au-dessus des hautes couches de l'atmosphère. Il s'agit des fusées « Véronique » et « Antarès ».

La première a été élaborée par le Laboratoire de Recherches Balistiques et Aéronautiques (L.R.B.A.) de Vernon (Eure), dépendant de la Direction des Etudes et Fabrications d'Armement (D.E.F.A.) du Ministère des Armées. Cette fusée en a été une des créations majeures.

Son premier lancement date de 1952 à Colomb-Béchar, où elle a atteint 135 km en altitude avec une charge utile de 60 kg constituée par des appareils scientifiques de mesure ; sa poussée était de 4 t. Peu après, elle a réalisé un « vol oblique » de 350 à 400 km, ce qui permet de jauger la portée d'un tel engin s'il en était fait une version militaire. Il est question maintenant d'une « Super-Véronique », dont les

performances seraient en général doubles : charge utile d'une centaine de kg ; poussée de 8 t et altitude à atteindre de 500 km.

Elle demeure encore dans la catégorie des fusées-sondes, c'est-à-dire destinée à mettre en œuvre des appareils scientifiques de mesure durant les quelques minutes de son vol. Elle est également son propre banc d'essais, en ce sens qu'elle met à l'épreuve les matériaux de sa construction et sa construction même. Elle vient de franchir un nouveau stade, celui de servir d'habitable à un être vivant afin de recueillir ses réactions durant un vol spatial.

Voici quelques données techniques sommaires concernant la fusée « Véronique », première version ou modèle A.G.I. : longueur, 7,315 m ; diamètre, 0,55 m ; empennage cruciforme de 1,35 m d'envergure ; poids au départ, 1340 kg ; poids à vide, 350 kg environ, ce qui permet l'emport d'une tonne environ de carburant et comburant, térébenthine et acide nitrique, dont le mélange s'opérera sous pression dans la chambre de combustion ; la durée de la combustion est de 49 secondes (davantage maintenant) ; l'accélération est de 20 m à la seconde et augmentant d'autant à chaque nouvelle seconde ; la vitesse atteint près de 2000 m/sec. en fin de combustion, la fusée étant alors parvenue à 32 km — c'est sur sa seule lancée qu'elle atteindra 150 km ; le volume de la charge utile logée dans la pointe de l'engin, est indiqué en litres, soit 130.

Plusieurs dispositifs très ingénieux ont été adoptés. L'un consiste en quatre câbles fixés aux extrémités de bras et permet un départ très rectiligne ; un autre utilise, au lieu d'un système de refroidissement, l'acide nitrique très fluide qui circule sous double enveloppe autour de la chambre de combustion. De 3000°, la température est abaissée à 2000°.

Il a été construit jusqu'à présent un nombre appréciable de ces engins pour permettre toutes les expérimentations du programme. Le Centre de Vernon, qui occupe 300 ingénieurs et techniciens, poursuit des recherches sur banc d'essais pour

obtenir des poussées de 25 t, soit le triple, 8 t, de la version améliorée de « Véronique ».

Durant ces dernières années, sans doute une dizaine de fusées de cette sorte ont été lancées au Centre Interarmées d'Essais d'Engins Spéciaux (C.I.E.E.S.) à Hammaguir, à 130 km au sud-ouest de Colomb-Béchar. En juin 1960, notamment, une expérience curieuse a été effectuée, consistant en une explosion de 65 kg de TNT et s'apparentant à certaines expérimentations thermonucléaires en altitude faites par les Américains pour la mise au point de leur défense anti-missiles. Pour matérialiser sa trajectoire, « Véronique » émettait une traînée de sodium. Mais l'explosion eut pour résultat de donner naissance à une énorme boule de feu. Ce phénomène encore en partie inexpliqué, serait non sans analogie avec une aurore boréale.

La seconde de ces deux principales fusées d'exploration, appelée « Antarès », est élaborée par l'O.N.E.R.A. (Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques). Comme son nom l'indique, il s'agit d'un établissement public, créé en 1946, opérant au bénéfice de l'industrie aéronautique. Son activité est orientée par la Direction Technique et Industrielle de l'Air. Il est placé maintenant sous l'autorité immédiate du Ministère des Armées-Armements. Il emploie 450 ingénieurs et techniciens et occupe un immense bâtiment à Châtillon-sous-Bagneux, près de Paris. L'O.N.E.R.A. est en liaison suivie avec de nombreux organismes scientifiques. Les recherches dans le domaine de la propulsion sont également dans ses attributions. Cet établissement a fait construire des souffleries géantes pour l'essai des avions et fusées, dont notamment celle de Modane-Avrieux (Savoie).

La fusée « Antarès » peut se présenter sous deux types différents ; l'un à trois, l'autre à quatre étages ; dans le premier cas, l'ogive contient une charge utile de 85 kg emportée à 150 km en altitude ; dans le second cas, la charge de 35 kg s'élève à 280 km ; en allégeant le cône qui renferme les instruments de mesure, il serait possible d'augmenter

l'altitude de 100 km. L'ensemble de la fusée mesure 12,24 m. Les diamètres, dégressifs, paraissent faibles, la fusée se présente sous une forme très allongée. Tous les étages sont à carburant solide (poudre).

Après les essais effectués en mai 1960 à l'île du Levant en Méditerranée, Centre d'expérimentations de la Marine, les indications suivantes ont été diffusées : premier étage : poussée de 20 t, combustion durant 5 sec.; altitude atteinte, 1500 m; pour les autres étages, les chiffres sont respectivement de : deuxième étage : 2 t, 32 sec., 23 000 m; troisième étage : 3,5 t, 4,6 sec., 45 000 m; quatrième étage : 850 kg, 6 sec., 150 km. Les vitesses atteintes ont été, à la combustion du troisième étage, de 5600 km/h., et à celle du quatrième étage, de 8000 km/h. Six lancements d'« Antarès » ont déjà eu lieu. A chaque opération, la fusée recueille et transmet 180 000 points de mesure. La transmission est effectuée par un équipement de télémessure, mis au point par l'O.N.E.R.A., comprenant cinq canaux (commutables en 41 voies). Des stations réceptrices sont disposées à terre ou sur mer jusqu'à des distances de 300 à 400 km de l'engin. Les lancements de la fusée « Antarès » ont servi surtout à étudier la rentrée dans l'atmosphère à très grande vitesse (souci majeur en matière de fusée et en astronautique). En outre, depuis les lancements de 1960, un système de guidage serait prévu pour le premier étage afin d'augmenter la précision du vol. Les lancements de 1961 ont porté sur l'exploration de la haute atmosphère, le rayonnement cosmique et l'ionisation.

A son tour, la fusée « Antarès », dont la vitesse maximale est de l'ordre de mach 8, a donné naissance à une nouvelle version plus développée, « Bérénice », qui parviendra jusqu'à mach 12. Elle comportera également deux types de trois et quatre étages; dans le premier cas, la charge utile sera de 90 kg et pourra être propulsée jusqu'à 650 km d'altitude; et dans le second cas, 60 kg et 950 km d'altitude. Les recherches pourraient être étendues jusqu'au millier de km, niveau très utile pour les investigations dans le domaine biologique. Une

« Super-Véronique » atteignant environ la même altitude y participera.

Enfin, l'O.N.E.R.A. a également mis au point une autre fusée dénommée « Staltex », dont le second exemplaire a

Organismes sous la direction desquels ont lieu les expérimentations	Personnalités	Domaines essentiels des investigations	Fusées employées
Comité de Recherches Spatiales (devenu maintenant le Centre National d'Etudes Spatiales).	Prof. Auger	Propriétés et conditions de la haute atmosphère	Véronique
O.N.E.R.A. et, pour une part, le C.N.R.S. (Centre National de la Recherche scientifique).	Prof. Blamont	Rentrée dans l'atmosphère et résistance aux hautes températures.	Antarès Bérénice
C.N.E.T. (Centre National d'Etudes des Télécommunications).	Prof. Vassy	Etudes de la propagation des ondes jusqu'à 1000 km	Bélier Centaure
C.E.R.M.A. (Centre d'Etudes et de Recherches de Médecine Aéronautique).	Médecin-général Grandpierre	Etudes biologiques (qui seront exposées ci-après).	Véronique Vesta

Remarques :

- Selon les cas, d'autres organismes de direction peuvent intervenir, dont notamment : la D.E.F.A., qui elle seule dispose des installations de lancement, et, à l'échelon le plus élevé, le Comité d'Action Scientifique de la Défense Nationale ;
- Le programme scientifique actuel, qui prévoit un certain nombre de projets désignés sous les lettres de A à H, peut en partie être exécuté par des observations faites à terre, par observatoires ou par ballons-sondes, etc. ;
- En outre, une station d'observation est en cours d'installation dans l'archipel des Kerguelen (sud de l'océan Indien).

atteint la vitesse de mach 4,86, à 50 km. Ce nouvel engin expérimental est surtout destiné à étudier la propulsion par statoréacteur en haute altitude et à des vitesses hypersoniques.

Il existe encore d'autres types de fusées toujours dans le domaine des recherches et expérimentations ; il y a lieu de mentionner :

— un engin « Vesta », déjà cité brièvement comme étant soit la « Super-Véronique », soit une de ses versions nouvelles, pourvue d'une poussée de 12 t, déjà réalisée au banc d'essais ;
— deux fusées élaborées par Sud-Aviation, « Bélier » et « Centaure », en 25 exemplaires, sur lesquelles on possède peu d'informations ; on sait seulement qu'elles sont à carburant solide et emporteront 32 kg de charge utile à une centaine de km en altitude. Citons enfin un type appelé « Pégase », prévu pour le programme des 1000 km en altitude. Comme les deux précédentes, cette fusée a été construite en coopération avec le C.N.E.T. (Centre National d'Etudes des Télécommunications). Tous ces modèles sont destinés à l'étude et à la mise au point des systèmes de télécommunications entre le sol et les engins dans les deux sens.

Les essais de ces différentes fusées ont commencé au printemps 1961 au Centre proche de Colomb-Béchar, pour être repris à l'automne.

Le tableau ci-contre a mis quelque clarté dans la profusion des organismes qui relèvent des différents domaines techniques.

Les recherches biologiques

Les deux principaux aspects du problème technique des fusées sont le lancement et la récupération après vol. Le premier implique des poussées élevées et le second des résistances efficaces des matériaux aux effets de la chaleur lors de la rentrée à très grande vitesse dans l'atmosphère. La majorité des expérimentations doivent être faites au sol, de manière statique, puis en vol. L'étude porte également, pour citer une autre branche essentielle, sur les conditions de la très haute atmosphère et notamment l'ionosphère, de 400 à plus de 800 km environ, où devront se mouvoir des satellites artificiels circum-terrestres.

Enfin, un autre problème de la plus grande importance est celui des télécommunications, soit pour la commande des engins à partir du sol, soit en vue de la transmission des observations vers le sol.

Tout cela concerne les fusées en tant que véhicules. D'autres problèmes concernent le passager, futur astronaute ou cosmonaute — deux termes qui toutefois paraissent prématurés tant qu'il ne s'agit encore que de satellites circumterrestres. A partir d'un certain niveau les expérimentations ne peuvent être faites que très imparfaitement au sol, où la reproduction des conditions de la haute altitude sont irréalisables, notamment celles qui touchent l'accélération de la vitesse.

Ces expérimentations biologiques et médicales sont liées au développement des fusées et par conséquent au poids et au volume dont on disposera dans la tête de l'engin. Si d'emblée une fusée à cône suffisamment spacieux pour un homme était construite, il serait fort hasardeux d'y placer un passager sans une préparation et des recherches approfondies. Ainsi la progression des engins conditionne-t-elle la nature des êtres vivants envoyés dans l'espace. D'abord des souris et des rats, en raison aussi bien de leurs petits poids et taille que de certaines analogies de leur anatomie avec celle de l'homme. D'après les hommes de science, toutes les expérimentations faites sur des rongeurs, ou d'autres animaux en général, ne sont pas entièrement valables sur l'homme ; mais leurs résultats sont assez proches de ceux qui pourraient être obtenus sur celui-ci pour que soient mises en évidence les données les plus dangereuses d'un vol spatial pour un être humain. On détermine ainsi les voies où les investigations doivent être poussées le plus à fond.

Avant de passer à l'homme lui-même, on a rempli les têtes de fusées agrandies de lapins, de chiens, puis de quadrumanes ou primates, dont l'anatomie se rapproche beaucoup plus de celle de l'homme.

Le premier lancement d'un rat au Centre d'Hammaguir a eu lieu le 2 février 1961 par une fusée « Véronique », qui s'est

élevée à 150 km en altitude ; sa course a duré 7½ minutes et la tête de la fusée, avec son passager en parfaite santé, qui avait été suivie par radars dont les indications permettaient de guider deux hélicoptères, a été récupérée aussitôt après la descente, freinée par deux parachutes ; le premier s'est ouvert 30 secondes après le début de la descente, soit 5 minutes et 38 secondes après le lancement. — Ce bref voyage avait nécessité des mois de préparation.

Le rat navigateur, de race Wistar, «Hector», n'avait été désigné que la veille. Sa nutrition avait été particulièrement soignée. Il était revêtu d'une sorte de harnais qui l'immobilisait ; il importait qu'il ne pût ni se débattre ni modifier sa position fixée pour le vol. Sur ce harnais lui-même, garni d'un quadrillage ouatiné facilitant un ajustage rigoureux au corps, étaient fixées des barres métalliques portant à leurs extrémités des ressorts en boudin, qui assuraient une certaine élasticité tout en atténuant les vibrations en vol, puis des crochets. Ces derniers se fixent à un dispositif fait de deux plaques rondes maintenues face à face par d'autres barres ; les pattes de l'animal reposent sur celles du bas. Enfin des fils électriques légers sont reliés à la tête et au thorax d'Hector. Et, dernier raffinement, une sorte de sac entoure son abdomen afin d'éviter un salissement. L'intérieur de la cabine avait encore été climatisé pour que l'animal ne subisse pas des sautes de températures capables d'influer ses réactions ; pendant tout le vol celle-ci restera à 23°. La position du rat correspondait à son attitude normale, les pattes au sol, tandis qu'un primate et un homme doivent être couchés, le buste relevé. Une attitude normale du corps est primordiale et garante de réactions normales. On prévoit que de telles recherches seront très utiles à la navigation aérienne aux vitesses supersoniques.

L'originalité de l'expérience découle non seulement du fait qu'elle a été tentée pour la première fois au monde ; elle tient aussi au procédé nouveau assez extraordinaire qui a été utilisé.

En effet, l'animal avait été scalpé et sa boîte crânienne traversée par de longues aiguilles de huit dixièmes de milli-

mètres d'épaisseur, qui étaient des électrodes, reliées aux fils électriques mentionnés. Les aiguilles étaient maintenues en place sur le crâne par du plâtre de dentiste. Elles étaient disposées de manière à atteindre certains centres du cerveau du rat, selon une méthode rigoureusement mise au point. Les médecins militaires qui ont procédé à cette opération qui a duré plus de quatre heures, disposaient de travaux effectués antérieurement sur la configuration du cerveau de cet animal.

Ils en avaient donc ce que l'on peut appeler une carte, qui met en évidence ces centres correspondant aux fonctions biologiques. Les réactions de l'animal se manifestent par des « influx nerveux » ou des « courants d'action », qui sont simplement des courants électriques de faible intensité. Selon les phases du vol, ces courants accuseront des différences dans la fréquence et l'ampleur des ondes.

Les courants d'action provenant du cerveau sont recueillis, puis amplifiés et transmis par radio et captés au sol. Il en a été dressé des « électroencéphalogrammes », que les médecins ont différenciés en « corticogrammes », intéressant l'écorce ou la partie externe du cerveau, et en « réticulogrammes » concernant la partie interne, dite substance réticulée, constituée par des sortes de filets à mailles superposées : ces deux sphères ont été atteintes par enfoncement plus ou moins accusé des électrodes.

En salle, à Paris, il a été possible de voir par projection les graphiques ainsi établis. Un premier restitue le vol lui-même et ses différentes phases, notamment l'accélération et la décélération. Les encéphalogrammes des pulsations cardiaques, du rythme respiratoire et de l'activité du système nerveux, reproduisent d'une manière générale les mêmes différentes phases, avec des parties beaucoup plus rectilignes lorsque s'établit le retour au calme. L'enregistrement ayant commencé avant la mise à feu de la fusée, on avait comme points de repères les rythmes normaux du fonctionnement biologique.

Le but principal de cette expérimentation consistait à obtenir le reflet de l'activité cérébrale de l'animal durant le vol et son degré d'accoutumance aux phases les plus pénibles, qui auraient pu lui causer des lésions plus ou moins graves. Ce ne fut pas le cas et Hector a été longtemps en observation, puis fut sacrifié pour être autopsié. — Il y a lieu d'ajouter que le rat, ce qui serait pareil pour les animaux en général, a réagi aux phases les plus pénibles du vol par un ralentissement des rythmes cardiaque et respiratoire, tandis que pour l'homme c'est au contraire une accélération qui répond à une gêne ou à une émotion. Voilà une curieuse différence qui impose la prudence dans les extrapolations du domaine humain.

Pour résumer l'expérimentation, on peut dresser le tableau ci-après qui en reproduit les principaux éléments :

Phases

Accélération
Passage du seuil du son
Rotation du véhicule
Valeur du champ d'apesanteur
Descente
Décélération
Freinage
Atterrissage

Remarques

— La phase la plus grave est sans contredit l'accélération initiale ;
— à 150 km d'altitude et même davantage, l'apesanteur n'est pas atteinte, mais par un effet mécanique elle se produit sur le haut de la trajectoire, dans le cas où la parabole demeure parfaite ; on a estimé que l'animal pesant 300 g au sol en pesait 3000 en fin de propulsion et brusquement zéro à la courbe supérieure du parcours. — L'état d'apesanteur permettra les études sur les facultés d'équilibration ;
— la chaleur intérieure, restée stable, n'a pas donné lieu à observation ; mais à la rentrée, des plaques de métal spécial protégeant la tête de la fusée, ont fondu sous l'effet de l'échauffement.

Phénomènes physiologiques :
déjà indiqués

Rythme cardiaque
Rythme respiratoire
Activité nerveuse.
Autres éléments :
Résistance au bruit
Résistance aux vibrations
Équilibration, etc.

— Il n'y a pas concordance entre les éléments de cette colonne et ceux de la précédente, les phénomènes en question pouvant se produire à toutes les phases du vol ;

— l'activité nerveuse, qui a fait l'objet d'enregistrement, sera interprétée afin de déterminer si les zones du cerveau sont plus ou moins rapidement gagnées par l'agitation, puis par la fatigue et le relâchement des réactions ;

— l'équilibration a été réservée pour d'autres expérimentations, une douzaine de lancements de « Véronique » étant prévus ;

— la résistance au bruit et aux vibrations n'a pas été appréciée ; ces facteurs ne paraissent pas avoir été importants.

Certaines branches n'ont donc pas été explorées. Cela provient du fait que la fusée ne pouvait pas contenir davantage qu'un certain nombre de « sorties » électriques, non seulement les fils électriques, mais surtout les appareillages pour recueillir les informations, les amplifier et les transmettre. Cela soulève le problème essentiel du rapport : charge utile / poids au départ de la fusée de lancement.

Pour les satellites artificiels orbitant à 500 et 1000 km de la terre, un kg de charge correspond environ à une tonne au départ de l'engin propulseur. Cependant les perfectionnements actuels permettront de réduire considérablement le poids des fusées, comme c'est le cas pour celles des deuxième et troisième « générations ». Pour « Véronique », s'élevant à 200 km environ, 60 kg de charge nécessitent près de 1400 kg. Pour une altitude double, on n'aura plus que 30 kg de charge. Quant à l'encombrement, il s'inscrit dans un volume d'environ un septième de mètre cube. Le poids aussi bien que le volume sont strictement limités.

* * *

Les expérimentations actuellement en cours en France ne constituent encore qu'un début. Lorsqu'on considère l'énorme effort déjà fourni pour obtenir les premiers résultats évoqués, ce qui reste à accomplir pour les réalisations spatiales paraît immense. Seules les forces réunies de l'Europe sont à la hauteur de la tâche. Et il ne s'agirait encore que d'un vol balistique très court ou d'un vol orbital également de courte durée, qui posent déjà des problèmes fort ardues. Lorsqu'il s'agira de naviguer réellement dans l'espace, tous les facteurs croîtront dans une forte proportion, vitesses, distances et surtout les charges utiles : il faudra emmener un ravitaillement permettant de faire vivre quelques hommes dans des conditions entièrement artificielles.

On peut donc se demander si une telle entreprise est possible. Un médecin militaire français, le docteur Biget, a eu

l'idée de dresser une « Etude critique des possibilités de reconstitution du biocycle terrestre à l'échelle d'une cabine spatiale », dont voici quelques traits essentiels :

Dans les conditions actuelles des moyens de propulsion, il faut compter pour le voyage Terre-Mars, avec attente prolongée de la conjonction favorable de ces deux planètes, et retour vers la Terre, plus de deux ans et demi. Il est possible que l'on obtienne des vitesses beaucoup plus élevées, de l'ordre à peine croyable de quelques dizaines de kilomètres à la seconde. Mais il faudrait quand même prévoir des mois de ravitaillement. Ainsi il faudra s'efforcer de mettre sur pied des « systèmes fermés » d'alimentation tels, que les aliments métabolisés par l'homme soient repris après épuisement par d'autres organismes, qui les ramènent à leur point de départ, sous une forme utilisable par l'être humain.

Il existe plusieurs de ces cycles basés sur certains éléments fondamentaux. On peut les reconstituer. Mais on ignore leur interdépendance en biologie. Le seul blocage d'un des éléments entraînerait la déchéance des organismes. Les solutions entrevues portent sur la production d'algues du type chlorella. Cependant, un homme dans l'espace devrait en consommer journellement 4,2 kg, quantité prohibitive. Encore faudrait-il mettre au point un traitement satisfaisant des déchets destinés à être réutilisés. Tous les phénomènes en cause peuvent subir sur terre des perturbations importantes ; or en vase clos le moindre accroc provoquerait une détérioration générale. Pour le moment, sur le plan scientifique, ce problème demeure non résolu et l'on ne peut encore prévoir que des voyages de quelques jours au maximum. Mais, avec une augmentation des vitesses, certains voyages ou opérations de caractère scientifique ou militaire limités à l'espace terrestre, si l'on peut dire, appartiennent déjà au monde des réalisations.

Autres expérimentations biologiques

La branche biologique prend une importance croissante et d'autres expérimentations, portant sur des animaux, méritent d'être mentionnées, d'autant plus qu'elles semblent conduire à un résultat fort intéressant pour des tâches de protection.

Ces expériences ont eu lieu lors de la troisième explosion atomique française à Reggane, le 27 décembre 1960. Elle intéressait surtout le Service de Santé. De nombreux animaux ont été soumis à l'action atomique, 3000 rats environ et des lapins, enfermés dans des cages spéciales et différentes, selon les effets que l'on voulait étudier. Celles-ci protégeaient contre certains de ces effets, mais pas contre d'autres ; par exemple, elles arrêtaient les radiations et laissaient passer l'éclair. L'action de celui-ci sur la rétine fut l'objet d'une étude particulière visant à établir à quelle distance et dans quelles conditions d'intensité des lésions ou brûlures se produisent. La face grillagée de toutes les cages était tournée vers le point de l'explosion. Celle-ci avait lieu encore de nuit (sans doute pour faciliter les prises de vue photographiques, l'onde de choc étant « visualisée » par des fumigènes). Les animaux ne se réveillant qu'au jour, il fallut les éveiller par un courant électrique lancé dans les cages. Mais on ne pouvait pas être sûr que leurs yeux étaient ouverts ou refermés lors de l'explosion. Ce fait fut vérifié grâce à des caméras installées dans les cages ; on prit encore la précaution d'équiper les lapins de lunettes avec verres filtrants, qui se révélèrent efficaces.

De nombreux rats furent exposés aux effets de la radioactivité à des distances échelonnées pour déterminer quelle était pour eux la dose mortelle reçue en un temps bref (de l'ordre de 600 roentgen). D'autres furent placés en milieu contaminé, où ils absorbèrent des doses pendant une certaine durée. Dans ce cas, l'organisme ayant le temps d'opérer par auto-défense, le seuil de la dose mortelle peut s'élever nettement : près de 900 roentgen.

Parmi les animaux, un chevreau né après l'explosion fut emmené en avion de Reggane à Paris pour subir d'urgence un examen au centre vétérinaire de Compiègne. On fit de même avec une chèvre qui avait absorbé une certaine dose de radioactivité ; elle subit la greffe d'un prélèvement de moelle osseuse fait sur son petit resté en France. Ce procédé avait déjà été employé avec succès quelques années auparavant pour sauver des atomistes yougoslaves. Dans le cas présent, le prélèvement provenait du rejeton même de la chèvre. Cette condition ne sera que rarement réalisable pour les hommes ; on y a recouru pour faciliter l'opération et les études.

L'ensemble de ces expérimentations relève de la protection antiatomique des êtres vivants. Parmi les matériels mis au point, on peut signaler encore , outre les verres filtrants déjà mentionnés, un très petit dosimètre individuel de la taille d'un étui de quelques cigarettes. Un cordon permet de le porter au cou comme une plaque d'identité ; le nom s'inscrit à l'extérieur et se trouve reproduit à l'intérieur, en bordure de films photographiques qui seront plus ou moins sensibilisés, du gris au noir foncé selon l'intensité des radiations. Le dosimètre ne peut être ouvert par l'homme qui le porte. Le serait-il que celui-ci ne pourrait pas connaître la dose qui l'a atteint. La lecture de cet appareil se fait indirectement par comparaison des teintes avec un modèle étalonné. Cette opération a lieu aux postes de secours du Service de Santé, où l'on s'efforce d'effectuer un tri rapide parmi le personnel soumis aux effets d'une explosion et afin d'éviter de soumettre à une opération chirurgicale les blessés irradiés. La discrétion de l'appareil s'impose pour que les hommes touchés sérieusement demeurent inconscients de leur état et ne s'abandonnent pas à un affolement contagieux.

Le dosimètre en question relève l'irradiation par rayons gamma. Il faudrait un appareillage beaucoup plus considérable pour mesurer le flux de neutrons qui s'y ajoute et qui varie selon la puissance des bombes. Des concordances ont alors été établies afin de déterminer la radiation totale,

gamma plus neutrons. Des études ont également porté sur les possibilités individuelles d'élimination des neutrons.

La plus intéressante découverte serait une sorte de médicament, dont on ne peut encore guère parler car les milieux médicaux n'ont pu se prononcer pour le moment en toute certitude à son égard. Ce produit chimique encore à l'étude devrait être pris d'une manière préventive et constante pour combattre les effets de la radioactivité au même titre que la quinine, antidote du paludisme. On en attend beaucoup.

* * *

Ainsi, le développement pris en France par les nouvelles techniques spatiales ne cesse de mettre en évidence l'extension considérable de la médecine en dehors de sa sphère traditionnelle.

J. PERRET-GENTIL

Combats d'un point d'appui DURY — 1940

9^e et 10^e Cp. du 56^e Rgt d'inf.

(Fin)

5. LEÇONS DU COMBAT DE DURY

Efforçons-nous de tirer quelques leçons du combat que nous venons de décrire. Et ce, non par ordre d'importance, mais en suivant le déroulement chronologique des opérations, en demandant aux phases qui se succèdent ce qu'elles peuvent nous laisser, nous apprendre.

L'étude historique pure est, en effet, *militairement* stérile; si elle ne nous apporte pas l'enseignement, la leçon de l'expérience. «Les idiots», écrivait Bismarck, «ne se fient qu'à