

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 139 (1994)  
**Heft:** 5

**Artikel:** La protection des blindés modernes  
**Autor:** Provence, Henri / Duval-Destin, Marc  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-345422>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

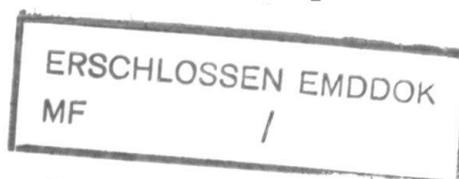
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# La protection des blindés modernes

Par Henri Provence et Marc Duval-Destin<sup>1</sup>

Il est tentant d'évoquer la protection des engins blindés en rappelant le combat sans fin du boulet et de la cuirasse. L'antique bouclier des archers assyriens préfigurait déjà la principale capacité des chars de combat, à savoir «porter le feu sous le feu». Mais si les véhicules blindés, et notamment le char, symbolisent à juste titre la protection balistique, la survie des blindés modernes implique maintenant la mise en œuvre de technologies de pointe, dont le champ d'application ne se limite pas aux techniques des blindages.

La finalité de base de la protection moderne c'est la survie des équipages. Mais survivre dans un environnement hostile, c'est d'abord se protéger, souvent se défendre, et quelquefois contre-attaquer. Trop large pour être traité sous tous ses aspects en quelques pages, le sujet nécessiterait une approche complète aussi bien technique qu'opérationnelle. Cet article se limite ici à la protection, qui s'est largement développée depuis l'avènement des blindés. Se protéger sur le champ de bataille d'aujourd'hui veut dire, non seulement être capable d'encaisser les coups de

l'adversaire avec un minimum de dégâts, mais aussi résister aux autres agressions (notamment celles induites par l'emploi des armes NBC), se dissimuler dans le paysage, éviter l'impact de l'agresseur.

Les chars de combat et, plus généralement les véhicules blindés, qui sont nés et se sont développés, pour l'essentiel à cause de la dimension balistique de la protection, sont toujours, et de loin, les seuls systèmes capables d'offrir en même temps toutes ces formes de protection.

## La protection balistique

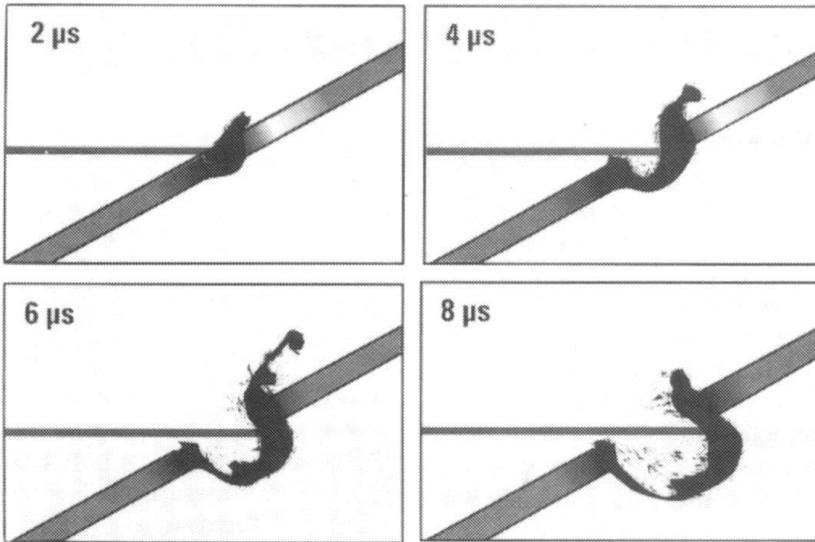
La capacité essentielle des chars de combat et, plus généralement des véhicules blindés, est celle de recevoir des coups – c'est ce qui fait leur force, voire leur réputation. Cette capacité est obtenue par la mise en place de blindages: les plus répandus restent encore les blindages homogènes en aluminium et surtout en acier, qui se présentent aujourd'hui sous forme laminée et non plus coulée, et dont la dureté ne cesse d'augmenter, à tel point que leur assemblage devient problématique.

La recherche d'une meilleure efficacité massique ou spatiale de l'acier homogène contre les charges creuses ou les obus-flèches a conduit à utiliser des blindages composites comprenant des matériaux particuliers, tels que les céramiques, les composés verre-résine, l'uranium appauvri... Les modes d'interaction entre le blindage et le perforant sont complexes et demandent une analyse numérique et expérimentale poussée.

Une autre voie d'amélioration, qui permet à masse égale d'obtenir un pouvoir de protection double ou triple de la plaque homogène, consiste à assembler de manière très précise différentes plaques minces identiques ou de nature différente. Les diverses plaques sont disposées en couches multiples pour former des caissons, intégrés et soudés à la structure, ou rapportés, c'est-à-dire amovibles et régénérables.

Enfin, l'axe le plus prometteur consiste à disposer des blindages sandwich comportant une couche d'explosif: ces blindages sont dits réactifs, s'ils détonnent à l'impact, ou actifs s'ils sont commandés avant impact et s'ils se projettent

<sup>1</sup> Henri Provence est ingénieur en chef de l'armement à la Direction des armements terrestres; Marc Duval-Destin est ingénieur principal de l'armement aux Etablissements technique d'Angers. Leur texte est repris de L'armement, revue de la Délégation générale pour l'armement.



Simulation de la perforation d'une plaque mince par un barreau.

assez loin du véhicule pour neutraliser le pouvoir de perforation de la menace qu'elle soit du type missile ou obus. De tels blindages ne pourront être placés qu'à l'extérieur du véhicule, et vont poser des problèmes de sécurité, aussi bien en temps de paix, qu'au moment de leur fonctionnement.

Malgré l'efficacité étonnante de ces nouveaux blindages, la conception de la protection balistique de l'engin reste l'une des questions les plus épineuses. Il n'y a pas de solution idéale, car les menaces sont multiples et difficilement prévisibles à long terme. Elles s'étendent de la balle de 5,56 jusqu'à la flèche de 120 mm, en passant par les projectiles à noyau de moyen calibre; de l'éclat de 155 mm au drone de combat, de la roquette antichar jusqu'au missile «tire et oublie», sans oublier les mines antipersonnel ou antichar ou encore les armes du futur, missiles

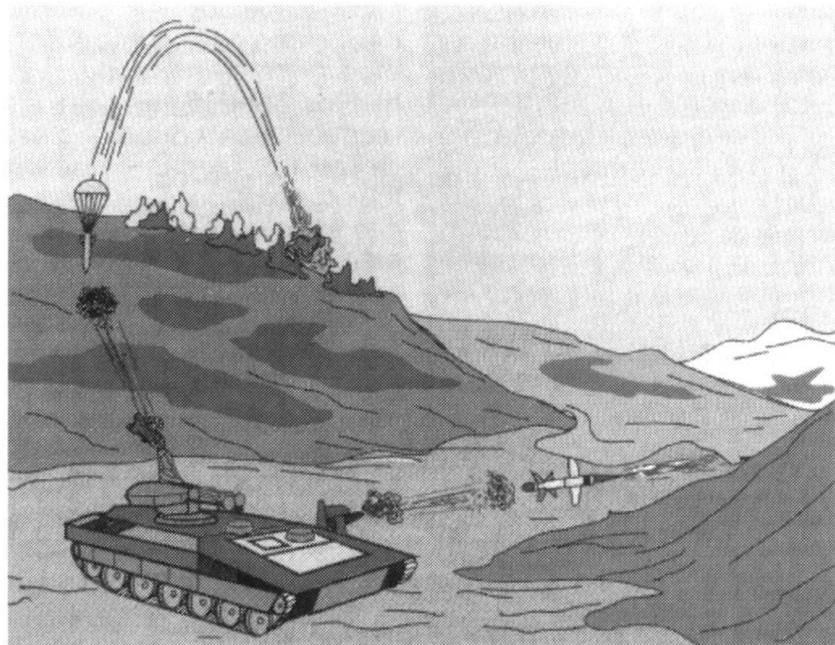
hypervéloces ou canons laser.

Il est aujourd'hui impossible de se protéger de manière absolue: le fortin à roulettes n'existe pas. Ainsi limitée, la protection directe sera complétée dans les deux autres domaines: furtivité et parade. Les ingénieurs

et les opérationnels identifient les menaces les plus fréquentes, susceptibles d'être rencontrées dans tel ou tel type d'engagement, pour définir le niveau de blindage minimal ainsi que la direction optimale de la protection. Des blindages additionnels, ou surblindages, venant se fixer sur les caisses et carapaces existantes pourront, le cas échéant, apporter un complément à la demande.

Mais revenons à notre véhicule blindé vu dans sa globalité: le choix des blindages ne suffit pas, il faut les assembler de manière durable. Depuis que le char existe, les ingénieurs ont toujours eu le choix entre une structure à blindage rapporté et une coque blindée autoporteuse.

Les modèles de calculs de structures, de calcul des effets de chocs, de vulnérabilité



La protection balistique active doit détecter la menace et anticiper l'impact.

bilité, autant d'outils performants, qui aident l'ingénieur à concevoir la structure et guident l'officier pour choisir la répartition de la protection balistique. Auparavant, seuls les essais sur cible expérimentale et quelques tirs sur carcasse permettaient d'évaluer, puis éventuellement de corriger la protection d'un engin. Aujourd'hui, le blindé est criblé à l'aide de méthodes stochastiques (Monte-Carlo), avant même d'exister physiquement. La simulation permet non seulement d'évaluer sa résistance à la perforation, mais la probabilité que ses fonctions essentielles ne soient pas affectées par un impact.

Enfin, si le blindé est touché et le blindage est percé, des pare-éclats installés à l'intérieur de la coque réduisent les cônes des gerbes d'éclats. Des systèmes de protection-incendie à déclenchement automatique étouffent les flammes qui prennent naissance. Des compartiments blindés isolent l'équipage des explosions des munitions embarquées, les surpressions étant contrôlées par la mise en place de plaques éjectables jouant le rôle de soupapes.

## La protection NBC

Résister à l'agression et combattre en ambiance contaminée: la dimension nucléaire ou chimique du combat rend terrible l'implacable déterminisme des chances (ou non-chances) de survie. La frappe nucléaire est un événement

majeur du champ de bataille contre lequel une protection équilibrée est recherchée, à une certaine distance bien sûr du «point-zéro». Face à tous les effets de l'arme, rayonnement, souffle lumino-thermique, la structure du blindé est un atout précieux. Le blindage arrête les particules et, associé à des pare-éclats particuliers, il arrête la plus grande quantité des rayonnements nocifs pour l'équipage.

Après la frappe (nucléaire ou chimique), lorsque l'air, le sol, les poussières deviennent dangereux pour l'organisme, le blindé peut constituer une bulle d'air sain (et climatisé), au sein de laquelle la poursuite du combat reste possible sans risque intolérable de contamination. Désormais, ces protections «environnementales» sont prises en compte dès la conception des engins de combat. Les matériaux sont caractérisés en fonction de leur aptitude à être décontaminés, des dispositifs de décontamination autonome sont installés pour faciliter la sortie des équipages et l'évacuation des zones contaminées.

## La parade avant impact

La première parade face à un tir adverse est bien entendu l'esquive, et c'est aussi la plus naturelle: voilà pourquoi la mobilité des blindés doit être préservée à un niveau élevé de performances. Cependant l'apparition de conduites de tir

performantes à base de télémètres laser, calculateurs rapides ou systèmes de poursuite automatique, rend de plus en plus difficile le décrochage de la ligne de tir adverse: les futurs robots de combat seront vraisemblablement conçus pour se verrouiller de façon quasi-irréversible sur la silhouette des blindés qu'ils auront pris pour cibles.

Aussi, un nouveau champ d'actions de protection est exploré: l'emploi de contre-mesures peut en effet perturber la conduite de tir adverse ou les autodirecteurs avant impact: en aveuglant, en leurrant, ou en dissimulant le char derrière un écran. Pour y parvenir, la réaction doit être rapide car la durée d'une séquence de tir se compte en secondes et il faut avoir «l'œil perçant» pour détecter l'engagement du tir: tous ces dispositifs de détection, de contre-mesures sont complexes, coûtent cher et leur mise en œuvre avec un faible taux de fausses alarmes reste à améliorer.

La prochaine décennie apportera certainement une révolution dans ce domaine, à l'instar de la période actuelle qui a démontré, lors de la guerre du Golfe, la supériorité des armes «intelligentes», ainsi que celle des systèmes de renseignement: stratégique et tactique. Alors que la course au blindage, qui alourdit les chars au-delà de 60 tonnes, semble maintenant s'essouffler, la parade face aux menaces sophistiquées ne pourra venir que de la

recherche et l'exploitation de la faille dans cette sophistication adverse.

## La furtivité

Considérant la question en amont encore de l'évitement du coup, le plus simple n'est-il pas de rester «invisible» face aux moyens de détection adverses? La conception des blindés demande un effort considérable pour éviter la détection et la reconnaissance rapide par des adversaires munis de capteurs en perpétuelle évolution. La réduction de la taille et, en particulier de la hauteur, de l'engin constitue le moyen traditionnel de dissimulation sur un terrain varié. Mais, récemment le raid des *F-117* sur Bagdad a rendu célèbre le concept de furtivité: la réduction de ce qu'on appelle désormais la

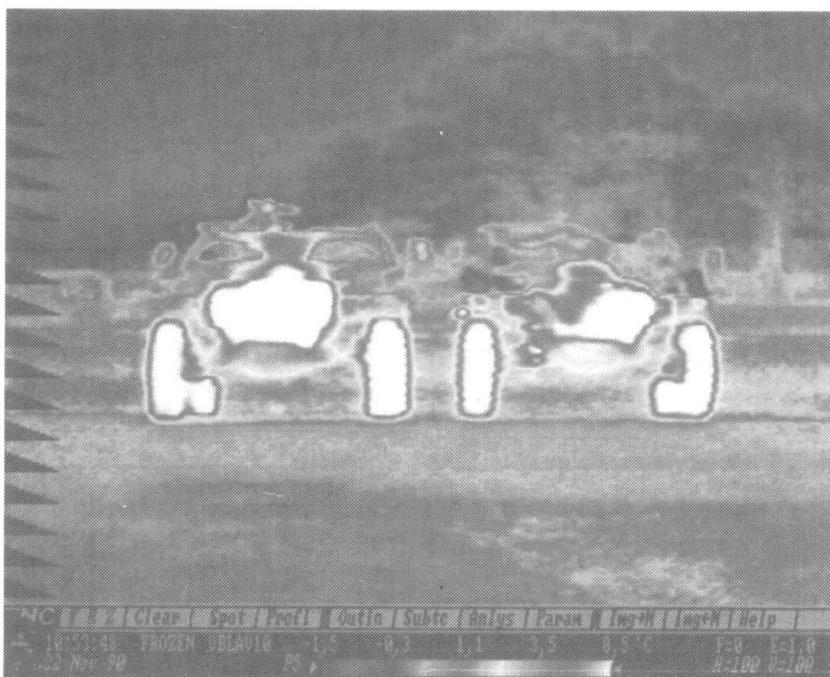
signature des engins blindés remet du même coup en cause l'organisation traditionnelle de nos véhicules, surtout dans le domaine thermique où les moyens de détection amis ou ennemis ont fait des progrès étonnants.

Tous les domaines de la détection sont aujourd'hui concernés: le visible, le thermique, le radar, mais aussi l'acoustique (les domaines magnétique et sismique sont pour l'instant spécifiques au minage). Les priorités sont particulièrement difficiles à établir, puisqu'elles dépendent, non seulement du niveau de sensibilité des détecteurs ou observateurs adverses, mais aussi de l'environnement climatique et géographique du théâtre d'emploi, ainsi que de son éclaircissement. Le thermique reste un domaine privilégié pour

le combat terrestre, moins perturbé par le fond que les longueurs d'onde plus importantes (millimétrique, centimétrique); la présence des points chauds sur le champ de bataille est souvent synonyme de concentration d'énergie et donc de cible...

Réduction de température superficielle, contrôle de l'émissivité – les solutions existent et demandent l'étude de matériaux spécifiques, d'itérations nombreuses sur les concepts, combinant calculs de simulation et mesures en grandeur réelle ou sur maquette. L'image thermographique ci-dessous représente un véhicule standard (à gauche) et un véhicule dont la signature est en partie décaractérisée par l'application d'une peinture spéciale. La discrétion radar est encore plus exigeante dans ce domaine, car les phénomènes mis en jeu sont complexes et étroitement corrélés. Les ondes radar peuvent se réfléchir, diffuser voire se propager selon des modes superficiels complexes le long des plaques des engins, la géométrie et la nature des surfaces caractérisant de façon essentielle les signatures passives des véhicules.

Les techniques d'anti-détection n'ont pas pour unique but la réduction de signature: lorsque le véhicule ne peut plus être caché, il faut le décaractériser, afin d'éviter qu'il ne soit reconnu et identifié comme parti-



*Décaractérisation de signature IR à l'aide de peinture à faible émissivité.*

culièrement menaçant ou important<sup>2</sup>.

S'ils n'apportent qu'une protection indirecte aux engins, les leurres et les simulacres introduisent une incertitude sur la réalité de la signature. Non seulement ils dispersent les feux adverses, mais ils peuvent pousser l'ennemi à se démasquer et donc perdre sa propre furtivité. L'utilisation de chars et d'artillerie en bois en territoire irakien a fortement perturbé la conduite stratégique américaine, les évaluations de dégâts s'avérant de ce fait plutôt fantaisistes; plus près de nous, nos amis britanniques ont bien assimilé la notion de banalisation ou de décaractérisation de silhouettes en installant de faux armements sur des véhicules PC: il ne faut donc pas négliger le design des silhouettes des engins blindés, sans pour autant se limiter au domaine visuel.

La nature nous a appris l'ingéniosité des insectes ou du caméléon qui se fondent dans la végétation avoisinante: les blindés camouflés sont loin d'atteindre les performances mimétiques de ces animaux, mais les techniques de masquage progressent et devront encore progresser, car la prolifération des moyens d'observation aériens ou spatiaux va imposer un perfectionnement des écrans de camouflage, utilisables en statique ou en mouvement.

Survivre, c'est d'abord rester opérationnel dans un environnement hostile. Dans le domaine de la protection, les engins blindés doivent être conçus à la fois pour manœuvrer sans se faire repérer, pour se défendre en neutralisant les tirs adverses, et pour être capable d'encaisser avec faible dommage les coups adverses.

Si la protection balistique a pu être accentuée de façon très importante sur les chars de combat récents, il n'en sera plus de même toutefois sur les autres véhicules, plus légers par essence, comme le futur *Véhicule blindé modulaire (VBM)*.

Enfin, face aux armements adverses perfectionnés et à leur conduite de tir, s'ouvre une voie d'avenir prometteuse conduisant à l'adoption d'une capacité de détection élevée et de contre-mesures intelligentes, l'atténuation des signaux accessibles aux menaces et la conception d'une protection globale. Celle-ci doit être coordonnée au niveau d'un groupe d'engins de combat, du fait de la répartition des moyens de détection, coûteux et difficiles à rassembler sur un même véhicule.

**H. P. et M. D.-D.**

<sup>2</sup> La décaractérisation est certainement l'un des objectifs majeurs à rechercher vis-à-vis de capteurs très performants en détection comme, par exemple, les capteurs acoustiques qui s'affranchissent même de l'horizon.