

**Zeitschrift:** Revue Militaire Suisse  
**Herausgeber:** Association de la Revue Militaire Suisse  
**Band:** 148 (2003)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Y a-t-il un pilote dans l'avion? : La chimère de l'automatisation  
**Autor:** Vautravers, Alexandre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-347185>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.02.2026

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

# Y a-t-il un pilote dans l'avion? La chimère de l'automatisation

*«Je n'ai pas besoin d'hommes sans matériel. Il me faudrait plutôt du matériel sans hommes.»*

Charles de Gaulle, juin 1940

L'apparition de systèmes d'armes comme les cuirassés, l'artillerie ou l'aviation, rendus possibles par l'amélioration des moyens de transmission, aboutit au milieu du XX<sup>e</sup> siècle à une «déshumanisation» de la guerre. Depuis les années 1970, cette tendance portée, outre-Atlantique, par les industriels, les politiciens et de nombreux militaires est peu à peu remise en cause: on s'interroge sur la nature des relations entre l'homme et la machine.

## ■ Cap Alexandre Vautravers

La recherche de l'efficacité, l'automatisation des procédures et le drill sont si anciens qu'il sont aujourd'hui encore étroitement associés à la chose militaire. Ces efforts existaient bien avant l'arrivée de véritables machines. On trouve leurs racines au XVI<sup>e</sup> siècle, avec la généralisation des armes à feu, la mise au point des «armées-horloges» ou encore les idées des Lumières.

L'augmentation de la puissance de feu et la multiplication des machines sur le champ de bataille a considérablement accru la dispersion des troupes et la rapidité des actions. La Seconde Guerre mondiale puis, dans une mesure encore plus importante, les restrictions de personnels et de moyens de l'immédiat après-guerre ont marqué un accroissement considérable des besoins en matière d'automatisation.

## La défense aérienne

En 1936, l'apparition des premiers radars<sup>1</sup> en Angleterre a nécessité la mise au point d'un système de transmission d'information, performant et centralisé, pour la conduite des formations de défense contre-avions et des escadrilles de chasse, dispersées afin d'augmenter leur couverture et leurs chances de survie. On attribue souvent l'échec de la défense du Reich en 1943-1945 au retard en matière de radars, à l'inefficacité des chasseurs de la *Luftwaffe*, à leur rayon d'action trop court ou leur plafond trop bas.

En réalité, son principal handicap était son système de commandement: lacunes dans la doctrine d'engagement, manque de coordination entre DCA et aviation, centralisation inexistante. Ainsi il n'existait aucune liaison entre les différentes batteries de DCA, chaque unité devait calculer

ses propres éléments de tir et mener sa guerre de façon pratiquement autonome, ce qui amenait l'Etat-major à constituer à la hâte des batteries pouvant atteindre plus de 24 pièces lourdes. Plus grave encore, lorsqu'à partir de 1943, les Alliés ont commencé à lancer une série de raids de plus de 1000 bombardiers lourds, la *Luftwaffe* n'a jamais été capable de leur opposer le même nombre de chasseurs. Même si les pertes alliées ont été considérables, trois chasseurs allemands seront perdus en moyenne pour chaque bombardier abattu!

## La «boucle» atomique

Lorsqu'en 1945 est créée l'*US Air Force* et ses composantes (SAC, TAC, ADC, MAC), avec en toile de fond le spectre de l'arme atomique, une centralisation poussée de l'information et du commandement

<sup>1</sup> Radio Direction And Ranging.

est recherchée. NORAD, le fameux complexe de Cheyenne Mountain, est conçu à cet effet au cours des années 1950.

La centralisation vise à disposer d'une vue d'ensemble optimale et à permettre une riposte efficace, concentrée et coordonnée. Il va de soi que le temps de transmission et de traitement de l'information est primordial: au début des années 1950, le *Tupolev 4<sup>2</sup>* met plus de quatre heures pour décoller et franchir l'espace aérien canadien; trente ans plus tard, un missile peut être tiré et frapper une dizaine de cibles sur le territoire américain en moins de trente minutes. Les ordinateurs doivent donc simplifier, uniformiser et accélérer les procédures ou la chaîne de commandement; on espère ainsi garantir l'objectivité de l'information et minimiser les erreurs.

## Chasseurs et bombardiers - presque - sans pilote

L'enjeu est tel que d'énormes efforts sont déployés pour éliminer l'interprétation et l'erreur humaines. Ainsi, les chasseurs supersoniques des années 1960 doivent être pilotés à distance depuis un centre de commandement au sol. Ils sont amenés jusqu'à leur zone d'interception, où le radar commence sa recherche. Celui-ci



*Le chasseur américain F-102 Delta Dart, conçu pour opérer au sein d'un réseau de défense complexe et largement automatisé.*

est, dans certains cas, à même de déclencher le tir de façon totalement automatique. L'appareil regagne alors sa base, grâce au pilotage automatique inertiel. L'aviateur ne sert en principe qu'à la surveillance des systèmes de bord et ne prend les commandes qu'en cas de défaillance de ceux-ci.

Il est vrai que l'interception de bombardiers transportant des armes non conventionnelles, parfois avec des missiles air-air dotés d'ogives atomiques comme l'*AIR-2A Geenie* américain, comporte des risques: les stratèges ont pensé qu'au cours d'un tel engagement, le pilote ne serait peut-être plus à même de remplir sa

mission en raison de l'effet des radiations...

De tels appareils, très automatisés, ont été construits de part et d'autre du Rideau de fer, comme le *F-102 Delta Dart* ou le *Mig-25 Foxbat A*. Ils se caractérisent par un cockpit extrêmement resserré, dont la vision extérieure est réduite au point de rendre leur pilotage dangereux. Ces deux appareils ont été des échecs, une électronique si sophistiquée étant peu fiable et tactiquement trop rigide.

C'est pourquoi ont été mis au point des intercepteurs entièrement automatiques: les missiles sol-air *Nike Hercules*, *Bomark* ou *SA-2 Guideline*<sup>3</sup>, qui ont été

<sup>2</sup> Une copie soviétique du Boeing B-29.

<sup>3</sup> Le SA-2, conçu au milieu des années 1950, est un système mobile de DCA destiné à protéger l'URSS et ses pays satellites. On estime que 11 000 missiles ont été déployés sur plus de 1 650 sites. Sa portée était d'environ 38 km et il pouvait engager des objectifs volant entre 700 mètres et 28 km d'altitude. Ray Bonds (éd.): *The Soviet War Machine*. Salamander, London, 1980.

conçus comme de véritables avions. Ils remplissaient, durant les années 1960, le même rôle et coûtaient autant que des intercepteurs à court rayon d'action («*point defense fighters*») comme le *F-104C Starfighter* ou le *Mig-21 Fishbed*.

La défense anti-aérienne a été le domaine de prédilection de l'automatisation, parce que l'extension géographique à l'échelle continentale voire mondiale, les besoins de réduction des temps de réaction et de limitation des erreurs y sont évidemment les plus élevés, mais aussi parce que les capteurs et les calculateurs se sont plus facilement adaptés à un environnement simple à modéliser, sans mouvement ou secousses pouvant affecter des éléments techniques souvent fragiles. L'air et l'espace ne sont pas les seuls champs simples; la mer l'est également.

## De la chaudière au microprocesseur

Un navire de guerre est, par définition, l'armement le plus lourd, le plus complexe, donc souvent le plus coûteux de tout l'arsenal militaire. Cette caractéristique, ainsi qu'une absence presque totale de limitations d'encombrement ou de poids leur ont permis au cours des siècles de disposer traditionnellement d'armements plus lourds, plus sophistiqués, plus performants que les troupes terrestres. Ainsi, les radars ou les missiles ont-ils été montés sur des plate-formes navales presque aussitôt qu'ils ont été mis au point.

La fin de la Seconde Guerre mondiale a inauguré une période de crise pour l'*US Navy*. Ses missions et ses zones d'action se sont considérablement accrues avec la guerre, un nombre considérable de bâtiments était disponible, mais le budget et les effectifs ont fondu dès 1945. La professionnalisation des forces américaines au cours des années 1950 et 1970 a eu pour conséquence l'augmentation considérable de la part du budget consacré aux salaires. A cela, il faut ajouter la vulnérabilité croissante des bâtiments de surface aux torpilles, aux mines puis, à partir des années 1970, aux missiles. Pour éviter qu'en cas d'impact le gros des marins reste pris au piège sous la ligne de flottaison, un effort considérable d'automatisation a été entrepris avec, pour conséquence, une réduction du nombre d'hommes à bord des bâtiments et une réduction de la taille des navires, deux variables prépondérantes dans la maîtrise des coûts.

Les croiseurs et cuirassés (10-50 000 tonnes) de la Seconde Guerre mondiale nécessitaient des équipages de 1000 à

1800 hommes. Aujourd'hui, croiseurs et destroyers (5 à 10 000 tonnes) sont servis par des équipages de 100 à 400 hommes tout au plus, pour une couverture radar, une portée des armes et une puissance de feu considérablement accrues. Même les porte-avions à propulsion nucléaire de la classe *Nimitz* (98 000 tonnes) ont vu leur parc aérien et leur équipage réduits de 90 à 60 appareils et de 6800 à 3500 hommes dans les vingt dernières années.

## Missiles et drones

Le rêve d'appareils sans pilotes a conduit à la réalisation de missiles de croisière ou balistiques, les V-1 et V-2 allemands faisant en la matière office de précurseurs. Alors que ceux-ci tendent à remplacer les bombardiers, d'autres missiles sol-air ou air-air remplacent de plus en plus les intercepteurs, conduisant à la création de chasseurs de «supériorité aérienne» capables de détruire un adversaire au-delà de l'horizon et d'interdire un espace aérien à tout intrus.



Le Mig-25 Foxbat, intercepteur soviétique à long rayon d'action.

Au cours des années 1950, les Etats-Unis et la Grande-Bretagne ont lancé de grands programmes visant à remplacer leurs appareils pilotés. Les premiers, confrontés aux exigences très terre-à-terre des conflits de Corée ou du Vietnam, ont redécouvert les vertus de l'aviation tactique et de l'appui rapproché. Ils se sont éloignés de l'objectif initial en développant un grand nombre d'appareils destinés à l'observation avancée, à la coordination des appuis (artillerie, bombardiers) et à la liaison avec les forces terrestres<sup>4</sup>. Faute de moyens financiers, les Britanniques ont dû abandonner leurs projets d'appareils automatisés et se sont concentrés sur la réalisation de missiles de croisière qui n'ont guère produit que des échecs, à l'exemple du *Skybolt*.

Les missiles et les drones peuvent-ils remplacer totalement les avions pilotés? Dans ce débat quasi religieux, le conservatisme de la hiérarchie – souvent d'anciens pilotes – est tenace, encore de nos jours. Aujourd'hui, des drones armés existent bel et bien, à l'exemple du *Predator* américain, suffisamment large pour emporter quatre engins guidés par laser ou «Tire et oublie» comme le *Hellfire*. 2002 a vu le premier engagement au combat de tels appareils, mais les résultats ne sont guère encourageants, faute d'une doctrine adéquate. La mise au point de formations de drones de combat n'est d'ailleurs plus à l'ordre du jour aux

Etats-Unis. A l'avenir, au sein de trois *Units of Action*, 8 drones seront engagés conjointement et en étroite collaboration avec 12 hélicoptères d'exploration et de combat *RAH-66 Comanche*<sup>5</sup>.

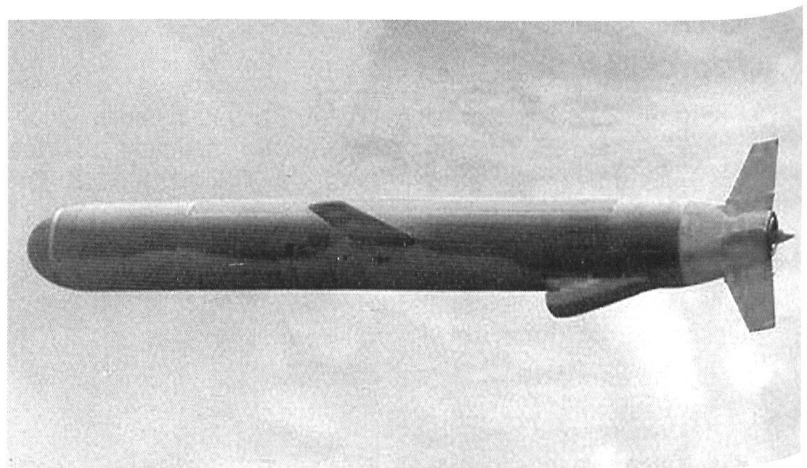
Le drone n'est pas une arme miracle. Son degré d'automatisation est d'ailleurs très discutable, puisque chaque drone requiert aujourd'hui plusieurs opérateurs humains. Au «pilote» ou télé-opérateur, il faut ajouter un spécialiste du renseignement pour exploiter les données, si nécessaire, un commandant de tir de l'artillerie, sans oublier toute l'infrastructure de commandement et de soutien.

Les drones permettent donc de réduire les coûts liés à l'achat d'appareils immenses et performants. Ils diminuent le risque de voir des pilotes tués

ou capturés, mais ils ne sont pas aussi rapides que des jets pilotés. Ils sont moins fiables et moins souples d'emploi. Donc, à moyen terme, ils seront condamnés à opérer aux côtés d'appareils classiques.

## Le char à deux hommes

Sans parler des «cuirasses terrestres» de 1915-1925, qui partaient au combat avec 15, voire 30 hommes, les équipages de chars moyens sont passés de 5 hommes (1935-1950) à 4, grâce à la miniaturisation et à la simplification des postes radio, qui a permis de supprimer l'opérateur/mitrailleur. Dès 1965, les Soviétiques ont inclus dans leurs engins des systèmes de chargement automatique du canon, afin de passer à seulement 3 hommes d'équipage.



Les différentes versions du Tomahawk sont pratiquement des bombardiers sans pilotes.

<sup>4</sup> Forward Airborne Controller (FAC).

<sup>5</sup> TTU Europe N° 23, janvier 2003.



Au cours des années 1990, plusieurs études ont tenté de concevoir une ergonomie permettant à 2 hommes seulement d'engager un blindé au combat: un projet allemand basé sur le *Leopard-2* (KMW), un français pour le *Leclerc* (GIAT Industries), un américain (Ve-tronics) et un suédois (Hä-gglunds), encore à l'étude. Tous se sont soldés par des échecs. Les réflexions allemandes des années 1930 ont montré qu'il existait, dans chaque engin de combat, au moins trois missions prioritaires:

1. La fonction du commandant comprend la vue d'ensemble («*situational awareness*»), l'attribution des missions, la désignation et la définition de la priorité des buts, la liaison hiérarchique vers le haut et le bas.

2. La poursuite et la destruction autonome des buts, l'alimentation et l'entretien des armes de bord sont le rôle d'un pointeur, éventuellement d'un chargeur pour les armes de gros calibre.

3. Le pilotage, à savoir le déplacement du véhicule en fonction de la mission, des couverts et du terrain, des positions présumées et des moyens de l'adversaire, enfin des «amis» (AZUFE).

Ces trois missions se révèlent incompressibles. Même s'il est techniquement possible de remplacer un chargeur humain par un système entièrement automatique, supprimer le pointeur pose un dilemme insoluble. Si le commandant doit pointer, il perdra la vue d'ensemble – qui est sa mis-



Une version du Predator armée de missiles Hellfire a été utilisée pour la première fois en 2002.

sion première – dont dépend la survie de l'engin et son efficacité sur le champ de bataille. Si, en revanche, le pilote devient responsable de la poursuite des buts, comme cela a été le cas dans de nombreux chasseurs de chars entre 1935 et 1960, l'engin immobile devient alors une cible extrêmement facile pour l'adversaire. Le pilotage semi-automatique, quant à lui, n'est guère envisageable dans un environnement complexe, par exemple en zone urbaine.

## Poursuite automatique

Les solutions techniques proposées se basent sur deux stations de travail où les deux opérateurs se répartiraient les tâches en fonction de leurs affinités ou de la situation. Pour fonctionner, il est indispensable de disposer d'un système d'aide à la détection et à la poursuite des buts.

Un périscope stabilisé jour/nuit disposant d'une optronique de pointe est en mesure, aujourd'hui déjà, de détecter des mouvements ou des formes caractéristiques. Ceux-ci apparaissent alors à l'équipage entourés d'un rectangle, à la manière des collimateurs dont sont équipés les avions modernes. Il est ainsi possible de désigner automatiquement les buts, même de définir un algorithme de priorité. La poursuite peut ensuite être effectuée de trois façons différentes:

1. Manuellement, mais avec l'aide de l'intégration de divers paramètres balistiques (température extérieure et de la poudre, vitesse et direction du vent, type, trajectoire et vitesse de l'obus, dévers, prévision dynamique, distance).

2. De façon semi-automatique, avec une visée humaine mais corrigée par un algorithme «lissant» le mouvement par le calcul de la différence de vi-

tesse angulaire entre la position du but et le pointage humain.

3. Enfin, de manière entièrement automatique une fois le but à détruire désigné. La poursuite se fait alors grâce à l'optronique, selon un mode «Tire et oublie». Le tir peut alors être déclenché par l'homme ou par la machine, dans le second cas, lorsque la trajectoire du but est rectiligne, par exemple plus d'une seconde.

De ces trois solutions, les Allemands ont privilégié la première, les Français la seconde, les Américains la troisième. Pour notre part, et pour avoir essayé les trois, il nous paraît important que le pointeur ou le commandant «humain» sache sans la moindre ambiguïté sur quel mode il opère: de façon manuelle ou de façon automatique, sitôt qu'il a désigné la cible et donné le feu libre. Un système semi-automatique introduit un flou gênant dans le pointage et la responsabilité juridique de l'engagement de l'arme.

Quoi qu'il en soit, un système d'aide au repérage et à l'identification des buts est une aide extrêmement précieuse. Il est ainsi possible au véhicule isolé d'observer un nouveau compartiment de terrain de façon plus rapide et plus sûre. Les décisions, les actions et le rythme de conduite sont ainsi globalement accélérés.

Quant au pointage automatisé, il améliore certes la vitesse de destruction des buts et la capacité de toucher du premier coup. En revanche, il n'est pas assez «intelligent» ou autono-



*Projet de place de travail modulable, destiné au char à deux hommes (Ve-tronics).*

me pour remplacer définitivement un pointeur humain. En accaparant le commandant de véhicule, même 2-3 secondes, il ne permet plus à celui-ci de garder la vue d'ensemble et de maintenir son observation «grand angle».

## La «bulle»

Sous l'acronyme de BOA, pour «Bulle opérationnelle aéroterrestre», les planificateurs français envisagent à l'horizon 2030-2050 une séparation des fonctions de renseignement, de commandement et de combat sur le champ de bataille. Cela revient à dire que certains engins légers seront destinés à l'exploration et à la retransmission de la situation: on peut

imaginer pour cela des drones aériens mais aussi terrestres. D'autres, à plus forte composante humaine, porteront les opérateurs et les décideurs, à l'abri du feu direct de l'ennemi. Enfin, les armes proprement dites seront portées par un troisième type d'engin. Ils pourront, sur ordre, tirer leurs projectiles programmés pour obéir aux ordres de guidage des deux composantes précédentes. Ces derniers pourraient être très spécialisés: véhicule porte-missile antichar, portecanon, porte-mortier, DCA, démineur, etc.

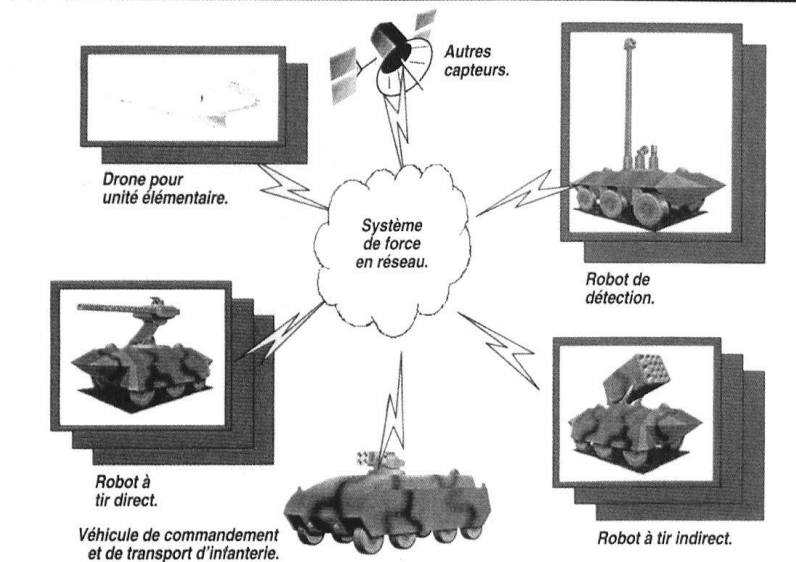
## Symbiose homme-machine

Mais avant de voir se matérialiser la première guerre entre

droïdes et clones ailleurs que sur nos écrans, il est bon de rappeler quelques principes. Tout d'abord, la guerre est une activité spécifiquement humaine. En ultime analyse elle est déclenchée, décidée et organisée par et pour des hommes et des intérêts politiques, économiques ou socioculturels proprement humains. Une guerre sans hommes de part et d'autre n'a donc pas de sens.

Ensuite, l'automatisation et la centralisation à outrance du commandement ont eu des conséquences inattendues et néfastes par le passé, à l'exemple de la guerre du Vietnam. La possibilité pour le haut commandement de voir, d'influencer et de décider à la place des échelons subordonnés conduit à un engorgement des échelons supérieurs et à la paralysie de la hiérarchie intermédiaire. Comme l'a démontré Martin Van Creveld dans de nombreux ouvrages depuis les années 1970, la réussite au combat suppose la dispersion du risque et des forces, l'initiative et la flexibilité grâce à la délégation des compétences (*Auftragstaktik*), en d'autres termes la décentralisation.

## CHAR EN RESEAU DISTRIBUE



Le concept-BOA consiste en une séparation des fonctions de détection, commandement et feu (US Army).

Enfin, l'ergonomie a acquis depuis les années 1970 une importance croissante. Elle permet d'augmenter l'efficacité des systèmes d'armes et des opérateurs en améliorant leur vue d'ensemble, en les déchargeant de tâches secondaires. Depuis les années 1990, on parle d'interfaces homme-machine (MMI); celles-ci sont coûteuses et sont souvent plus longues à développer que les armes elle-mêmes.

Les MMI sont efficaces à l'échelon individuel ou à celui de l'équipage. Au-delà, il s'agit de réaliser que l'interaction entre l'homme et la machine est également d'ordre tactique, voire opératif. L'ordre de bataille, la chaîne de commandement ou d'appui, la doctrine et l'instruction sont ici déterminants. Et l'homme reste, dans ces domaines, incontournable.<sup>6</sup>

A + V

<sup>6</sup> Bibliographie sur demande au rédacteur en chef.