

Où va la guerre?

SOLDATS CONNECTÉS,
OFFICIERS AUGMENTÉS,
DRONES RÔDEURS,
HYPER-MISSILES...



RE WORLD MEDIA

BEL: 6,10€ - ESP: 6,20€ - GR: 6,20€ - DOM S: 6,60€
DOM A: 7,90€ - ITA: 6,20€ - LUX: 6,10€ - PORT CONT: 6,20€
CAN: 8,95\$ CAN - MAR: 63DH - TOM S: 850CFP
TOM A: 1.600CFP - CH: 9 FS - TUN: 13DTU

SATELLITES EN EMBUSCADE

Espionnage high-tech et communications jouent un rôle essentiel dans la bataille

LE RETOUR DES TRANCHÉES

En Ukraine, comme en 14-18, les régiments de fantassins s'affrontent sous le feu des canons

L 19057 - 310 H - F: 5,95 € - RD



SEP M
TOP
ventes



SCIENCE & VIE

Depuis 1913

N° 1274 NOVEMBRE 2023

VÉNUS
DES MÉTÉORITES À L'ORIGINE
DE SON SURVOLCANISME

DÉCRYPTAGE
QUELLES ONDES ÉMET
VOTRE SMARTPHONE ?

OUVRIR LA TOMBE DU PREMIER EMPEREUR DE CHINE

LE DÉFI ARCHÉOLOGIQUE DU SIÈCLE

Notre enquête exclusive

RÉVOLUTION ANNONCÉE EN MÉDECINE
LES DIFFÉRENCES HOMMES-FEMMES
ENFIN PRISES EN COMPTE

En vente actuellement

chez votre marchand de journaux
et sur www.kiosquemag.com/boutique

 **Kiosque
Mag**

Disponible sur
kiosquemag.com

VENTE ET ABONNEMENT





Une publication du groupe
REWorld MEDIA
 LEADING MEDIA GROUP
ÉDITEUR
 Reworld Media Magazines SAS
 Siège social: 40 avenue Aristide-Briand, 92220 Bagneux
 Directeur de la publication: Gautier Normand
 Actionnaire: Président Reworld Media France
 (RCS Nanterre 477 494371)
 Tél. accueil: 01 41 33 55 00
www.science-et-vie.com
 SERVICE LECTEURS: sev.lecteurs@reworldmedia.com

RÉDACTION
 DIRECTRICE DE LA RÉDACTION: Karine Zagaroli
 DIRECTEUR ADJOINT DES RÉDACTIONS SCIENCE & VIE:
 Philippe Bourbeillon
 ASSISTANTE DES RÉDACTIONS SCIENCE & VIE ET SCIENCE & VIE
 HORS-SÉRIE: Christelle Borelli

RÉALISATION SCIENCE & VIE HORS-SÉRIE
 COM'Presse, 6 rue Tarnac, 47220 Astaffort. Tél. 05 53 48 17 60
 RÉDACTEUR EN CHEF: Olivier Carpentier
 RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE: Amanda Schrepf
 DIRECTEUR ARTISTIQUE: Émilien Guillon
 RÉDACTRICE PHOTO: Géraldine Lafont
 SECRÉTAIRES DE RÉDACTION: Christel Baridon, Amélie Borgne,
 Nicolas Chrétien, Gaëlle Combacon, Lita Doval,
 Jérôme Le Dantec, Vincent Ourso, Marion Pires,
 Charlene Torres, Olivier Vignancour
ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO: Kheira Bettayeb,
 Riva Brinet-Spiesser, Armelle Camelin, Mathias Chaillot,
 Adrien Denèle, Pascale-Emmanuelle Lapemat-Guilhaumon,
 Lise Gougis, Héloïse Rambert

DIRECTION-ÉDITION
 ÉDITEUR: Germain Périnet
 ÉDITRICE ADJOINTE: Charlotte Mignerey

PUBLICITÉ
 DIRECTRICE GÉNÉRALE: Élodie Bretaudeau-Fontailles
 DIRECTRICE DU PÔLE COMMERCIAL: Catherine Mireux (19 02)
 PLANNING: Angélique Consoli (53 52),
 Stéphanie Guillard (53 50)
 RESPONSABLE TRAFIC: Catherine Leblanc (43 86)

MARKETING / INTERNATIONAL
 RESPONSABLE MARKETING: Giliane Douls

ABONNEMENTS ET DIFFUSION
 DIRECTRICE MARKETING CLIENT: Catherine Grimaud
 CHEF DE GROUPE: Davina Champaigne
 CHEF DE PRODUIT: Karine William
 RESPONSABLE VENTES MARCHÉ: Siham Daassa
 RESPONSABLE DIFFUSION: Isabelle Fargier

RELATIONS CLIENTÈLE ABONNÉS
 Une question sur votre abonnement? Appelez-nous au 01 46 48 48 96
 (de 8 h à 20 h, du lundi au samedi, prix d'un appel local).
 Ou rendez-vous sur www.serviceabomag.fr, dans votre espace client
 Vous voulez vous abonner? Rendez-vous sur www.kiosquemag.com
 Par courrier: **Service abonnement Science & Vie,**
 59898 LILLE Cedex 9

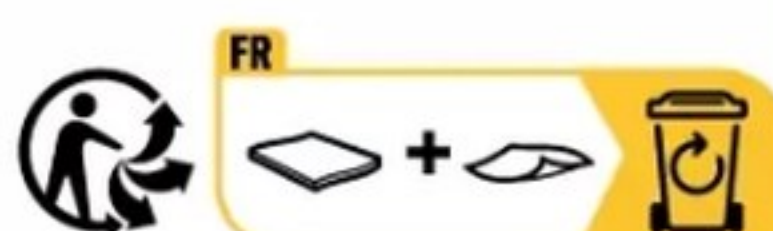
Pour les États-Unis et le Canada: Express Mag, 8155 rue Larrey,
 Anjou (Québec), H1J 2L5. Tél. 1 800 363-1310 (français)
 et 1 877 363-1310 (anglais); fax (514) 355-3332.
 Pour la Suisse: Edigroup Suisse, 022 860 84 50
reworld@edigroup.ch
 Pour la Belgique: Edigroup Belgique, 070 233 304
reworld@edigroup.be
 Autres pays: nous consulter.
 Commande d'anciens numéros et de reliures au 01 46 48 48 83

FABRICATION
 DIRECTION DES OPÉRATIONS INDUSTRIELLES: Bruno Matillat

PRÉPRESSE
 RESPONSABLE DE SERVICE: Sylvain Boularand

Imprimeur: Maury - France
 N° ISSN: 1966-9437
 N° de commission paritaire: 1020 K 79977

Dépôt légal: octobre 2023



AFFICHAGE ENVIRONNEMENTAL	
Origine du papier	Finlande
Taux de fibres recyclées	0%
Certification	PEFC
Impact sur l'eau	Ptot 0,006 kg/tonne



Sur nos écrans, la guerre

Elle est partout : sur nos téléphones portables, nos ordinateurs, à la télévision... Impossible de lui échapper. Qu'elles soient authentiques ou trafiquées, les images de la guerre ont envahi nos écrans. Dans ce hors-série de *Science & Vie*, vous trouverez des photos prises par des journalistes, mais aussi des soldats, des civils, des drones, des satellites... et, parmi elles, quelques *fakes*, que nous avons décryptés pour vous. L'intelligence artificielle elle-même nous en donne à voir (celle que nous avons choisie pour notre couverture, par exemple) : des images paradoxales, factices sur la forme, mais vraies sur le fond, car l'algorithme les a conçus pour nous complaire, tels des fantasmes. Oui, la guerre est arrivée près de chez nous. Avec elle, la science est au taquet, comme en 1939. En Ukraine, la guerre offre à la fois sa vieille face hideuse – façades éventrées, cohortes de soldats crasseux, enfants pleurant sous des tentes – et son nouveau visage high-tech : des robots qui volent, des pilotes qui tuent à distance et des missiles qui vont si vite qu'on ne les voit même pas passer. Sur les champs de bataille, la science avance et les images nous le prouvent. On y voit beaucoup de drones : ce sont eux les nouvelles stars des conflits. En Ukraine ou au Haut-Karabakh, les technologies du futur sont à l'essai, comme pendant la Seconde Guerre mondiale, quand la recherche se penchait sur les radars antiaériens – et donc les micro-ondes – ou testait les parachutes – et donc le nylon. On n'arrête pas le progrès... La question, c'est où va cette guerre? Vers la paix? Oui, mais laquelle? La *Doomsday Clock**, cette horloge fictive qui nous donne le temps restant avant la fin du monde, n'a jamais été aussi alarmiste : en février dernier, ses administrateurs, tous scientifiques, l'ont réglée sur 23 h 58 min et 30 s. Jamais encore l'heure de l'apocalypse n'avait été aussi proche. La science et la raison nous protégeront-elles? À défaut du fer, croisons les doigts.

Olivier Carpentier

*Thebulletin.org/doomsday-clock

6 "Il faut se préparer au retour des guerres de haute intensité"

Céline Marangé, chercheuse spécialiste de la Russie et de l'Ukraine à l'Institut de recherche stratégique de l'école militaire (Irsem) et un officier général responsable de la prospective à l'état-major des armées décryptent le conflit ukrainien.

DÉCRYPTER

- 16 Une planète en tension
Ukraine, Haut-Karabakh, Éthiopie, Yémen, Taïwan, Corée... Quels sont les enjeux et rapports de force de ces six conflits dans le monde ?
- 20 Science & guerre, les liaisons dangereuses
La recherche à des fins militaires a permis des applications dans la sphère civile, et vice-versa.
- 22 Nucléaire, l'apocalypse en option
Le conflit en Ukraine a remis sur la table la menace atomique. Quel rôle reste-t-il à la dissuasion ?
- 24 Satellites, la menace fantôme
L'espace est devenu un nouveau terrain de stratégie militaire, aussi imperceptible pour les civils qu'efficace pour les armées.



COMBATTRE

- 30 Les drones, maîtres du champ de bataille
Furtifs, capables de parcourir de longues distances et d'attaquer des cibles avec précision, ces redoutables tueurs volants peuvent faire basculer un conflit.
- 36 Les pilotes de drones sont-ils des tueurs comme les autres ?
L'image du soldat qui abat sa cible comme on abat un ennemi dans un jeu vidéo cache une réalité bien différente, corroborée par plusieurs études.
- 40 Le Dniepr, labo de guerre grandeur nature
En Ukraine, les derniers prototypes et les technologies modernes côtoient des chars postsoviétiques et des orgues de Staline d'un autre temps, donnant parfois au champ de bataille des airs de musée.
- 48 Sommes-nous entrés dans l'ère du guerrier connecté ?
GPS, numérisation du champ de bataille, réseaux sociaux... L'optimisation des nouvelles technologies bouleverse la chaîne de commandement.

Recevez Science & Vie
et ses Hors-Série

Votre bulletin d'abonnement
se trouve en p. 51. Pour commander
d'anciens numéros, rendez-vous
sur www.kiosquemag.com

Vous pouvez aussi vous abonner
par téléphone au 01 46 48 47 08 ou
par internet sur www.kiosquemag.com



RÉPARER

- 74 **Pour sauver plus de vies, la médecine "clic-clac"**
Soigner dans l'urgence demande de disposer d'un équipement médical ultra mobile, portable et performant.
- 78 **"Le violeur prend la place du père et du mari"**
Céline Bardet, juriste, et Véronique Nahoum-Grappe, anthropologue, sont toutes deux spécialistes des crimes sexuels en temps de guerre. Une arme destructrice dont les conséquences s'étirent dans le temps.
- 84 **Crimes de guerre, la traque high-tech a commencé**
La police scientifique et les enquêteurs disposent d'une série d'outils sophistiqués pour recueillir rapidement des éléments de preuves et s'assurer de leur authenticité.

CONVAINCRE

- 54 **Propagande, le portfolio**
Depuis le 24 février 2022, jour où la Russie a envahi l'Ukraine, les images ont elles aussi envahi internet. Pour le meilleur comme pour le pire.
- 58 **"La cyberguerre transforme le citoyen en cible"**
Christine Dugoin-Clément, analyste en géopolitique et Kevin Limonier, spécialiste du cyberspace russophone, analysent cette guerre insidieuse qui cherche à contrôler la pensée.
- 64 **Comment apprendre à "tenir le coup" ?**
La psychologie a intégré la formation des soldats pour mieux gérer le stress, les émotions négatives et le manque de sommeil.
- 70 **La guerre façon *serious games***
Ces nouveaux jeux permettent de se mettre dans la peau de civils dont les bombes font basculer la vie du jour au lendemain.



ANTICIPER

- 90 **"Pour Kiev, la guerre est un écocide"**
Adrien Estève, chercheur associé au Centre de recherches internationales (Ceri), détaille les lourdes conséquences des conflits sur la nature et la biodiversité.
- 98 **Red Team, les devins de la guerre**
Un groupe d'auteurs et de scénaristes de science-fiction imagine les potentielles futures menaces qui pourraient peser sur la France.
- 100 **Les Russes privés de science ?**
Le conflit russo-ukrainien a donné un coup d'arrêt à de nombreux programmes de recherche dans le monde. Un dommage collatéral aux conséquences désastreuses.
- 104 **À bord de l'ISS, un espace sans conflit**
À 400km d'altitude, la recherche spatiale semble garder son orbite.
- 108 **Questions/Réponses**
- 112 **C'est dit/C'est écrit**

CÉLINE MARANGÉ

UN OFFICIER GÉNÉRAL D'ÉTAT-MAJOR

“Il faut
se préparer
au retour des
guerres de
haute intensité”



Ukraine : guerre d'hier ou de demain ? Céline Marangé, chercheuse spécialiste de la Russie et de l'Ukraine à l'Institut de recherche stratégique de l'école militaire (Irsem) et un officier général responsable de la prospective à l'état-major des armées (pour des raisons de sécurité, son nom ne peut être dévoilé) décryptent le conflit ukrainien, entre "guerre de tranchées" et laboratoire des nouvelles méthodes de combat.

PAR MATHIAS CHAILLOT

6 avril 2003. Un char américain Bradley tire une balle de 25 mm sur des troupes irakiennes lors d'un combat de rue dans le nord de Bagdad, en Irak. Vingt ans après, ce même type de véhicule, don des États-Unis, est utilisé par l'armée ukrainienne pour repousser l'armée russe.

SVHS : *Ce qui aurait dû être une "opération spéciale" de quelques jours dure depuis plus d'un an et demi. Qu'est-ce que la Russie a mal anticipé ?*

Officier général responsable de la prospective à l'état-major des armées : Le point principal est l'échec du renseignement, sur tous les plans. Les autorités russes n'ont pas prévu que la population ukrainienne se rangerait comme un seul homme derrière le président Volodymyr Zelensky et son armée. L'armée russe est l'armée du mensonge : nous avons vu ici les effets délétères d'une armée où les chefs tactiques ne sont pas capables de dire la vérité à leur supérieur. Échec stratégique aussi parce que l'opération a été lancée sur quatre à cinq directions différentes, avec un éparpillement et une mauvaise maîtrise du niveau tactique et opératif. Il y a eu des erreurs assez surprenantes, comme des colonnes de blindés à découvert ou des convois logistiques pris dans des embouteillages et détruits par l'artillerie.

Céline Marangé : Le plan opérationnel initial était fondé sur de faux postulats. Les dirigeants russes ont planifié une opération de décapitation du pouvoir en pensant que la campagne informationnelle, très intense, puis les intimidations militaires et le choc de l'invasion suffiraient à paralyser les Ukrainiens et à les faire capituler. L'armée ukrainienne était très bien organisée en défense, avec une vraie agilité d'emploi, c'est-à-dire une capacité à diluer ses forces et à leurrer l'ennemi,

ce qui a compliqué le ciblage. Dispersés, les Ukrainiens ont pu causer des dégâts aux forces russes tout en préservant leurs moyens.

SVHS : *La capacité d'un peuple à s'organiser peut donc faire la différence en 2023 ?*

C.M. : L'Ukraine en est un exemple éclatant. Les Russes ont très mal anticipé la réaction de la population ukrainienne qui n'a pas accueilli l'armée russe en libératrice ; ils n'ont pas bien apprécié ses motivations patriotiques, sa force d'âme. Dans les deux jours qui ont suivi l'invasion, 55 000 hommes se sont présentés d'eux-mêmes. Au tout début de l'invasion, ce sont souvent des réservistes de la Défense territoriale qui ont absorbé le choc, le temps que les forces actives arrivent, signe que la population était très mobilisée.

SVHS : *Nous entendons parler de guerre technologique et/ou informationnelle depuis des décennies, comme si le simple soldat passait en second plan et ne pouvait plus mourir au combat.*

Ce conflit nous prouve-t-il que nous avons tort ?

O.G. : Ce conflit nous rappelle qu'une guerre de haute intensité entraîne une mobilisation extraordinaire, dans le sens littéral du mot : une mobilisation de ressources matérielles et humaines. Quand la guerre se déroule au sol, il faut des combattants pour occuper le terrain. La combativité des soldats est un facteur de supériorité. Le lien armée-nation est lui aussi essentiel :



ce qui fait tenir les soldats ukrainiens, c'est le fait que la nation soit derrière eux.

SVHS: Peut-on parler d'une nouvelle guerre de tranchées ?

O. G. : Si vous la comparez à la guerre de 14-18, pas tout à fait, car nous n'avons pas la même mobilisation en termes d'hommes. Mais oui, on retrouve des caractéristiques de la guerre de tranchées et de la guerre de position. On le voit actuellement avec la contre-offensive ukrainienne qui cherche à percer des lignes de défense particulièrement solides organisées par la Russie depuis des mois.

C.M. : Depuis les contre-offensives ukrainiennes, la Russie a opté pour une stratégie de destruction jusqu'à

épuisement de l'adversaire. Son armée recourt à des tirs massifs d'artillerie. En décembre 2022, elle tirait jusqu'à 30 000 obus par jour. De ce point de vue, on peut considérer qu'il s'agit d'une guerre de tranchées : les Russes ont fortifié la ligne de front et pilonnent l'autre côté pour tuer un maximum de combattants ukrainiens. Mais cette stratégie se décline aussi à l'arrière, avec des frappes de précision dans la profondeur, sur des infrastructures critiques comme le port d'Odessa pour empêcher l'exportation du grain.

SVHS: Ce type de conflits semble impliquer l'usage de l'artillerie, des engins lourds, dans lesquels les pays européens ont moins investi ces dernières années...

O. G. : Effectivement. Cette guerre a confirmé les tendances identifiées depuis plusieurs années et les travaux d'anticipation conduits par la France et d'autres pays occidentaux. Nous le disons depuis des années, et la dernière vision stratégique de l'état-major des armées insiste dessus : il faut se préparer au retour des guerres de haute intensité. Cela se traduit par un renforcement de certaines capacités jugées moins indispensables dans des guerres asymétriques du type Sahel, Irak ou Afghanistan. Par exemple, les capacités de frappe dans la profondeur apparaissent dans la loi de programmation militaire 2024-2030. L'armée de terre française sera bientôt équipée d'unités spécialisées dans ce domaine. L'idée



Sentant la menace grandir, des civils volontaires ukrainiens s'entraînaient déjà au maniement des armes avant l'invasion de la Russie.

maîtresse est qu'il faut gagner "la guerre avant la guerre"... tout en étant prêt à s'engager dans des affrontements de haute intensité. Cela veut dire qu'il faut être d'emblée suffisamment persuasif et démonstratif pour décourager des adversaires potentiels.

SVHS: Kiev est frappée très régulièrement, mais la majorité des missiles sont interceptés. Le bombardement reste-t-il un des pivots des conflits modernes ?

O. G. : Oui, il représente une caractéristique des affrontements de haute intensité. L'objectif dans ce type d'engagement est de frapper les infrastructures essentielles d'un pays pour affaiblir sa population en attaquant sa résilience et son moral, et

“ Le Kremlin a mis en scène des armes hypersoniques à des fins d'intimidation ”

pour porter atteinte à son économie, le but étant d'entraver son armée. On peut penser à la campagne de frappes russes avant l'hiver 2022-2023, qui visait à détruire les infrastructures énergétiques pour que les Ukrainiens aient froid durant tout l'hiver. Contrer ce type de menace ne peut s'envisager avec un dispositif 100 % étanche, surtout sur des territoires grands comme la France. Imaginer un dôme antiaérien ou antimissile au-dessus de l'Europe semble illusoire.

C.M. : Le Kremlin cherche depuis vingt ans à se doter d'armes de précision de nouvelle génération, dont les armes hypersoniques. Il les a mises en scène à des fins de dissuasion et d'intimidation, de sorte que nous avons eu tendance à surestimer leurs capacités. Le conflit ukrainien montre que ces missiles sont moins redoutables qu'on ne le pensait. Par exemple, des missiles Kinjal, présentés comme invincibles, ont été abattus par le système américain de défense Patriot.

SVHS: La "cyberguerre" engagée par les hackers russes est-elle un échec ?

C.M. : Les hackers ukrainiens étaient aussi réputés que les

Russes. Dès le début de l'invasion, ils ont été incités par le président ukrainien à constituer une "armée cyber". L'Ukraine ayant déjà subi de nombreuses cyberattaques depuis 2014, elle était aguerrie. En amont, des spécialistes de la cybersécurité venus des États-Unis ont fait le ménage en cherchant à déceler d'éventuelles vulnérabilités. Le cyber reste un élément important de la guerre informationnelle. Le contrôle des couches basses de l'Internet est toujours un objectif russe. En 2014 comme en 2022, la Russie a déconnecté les territoires occupés des réseaux ukrainiens et les a connectés à l'Internet russe pour restreindre l'accès aux médias non russes. À l'inverse, dans les territoires libérés, une des premières initiatives a été de reconnecter la population au réseau ukrainien.

SVHS: Peut-on imaginer qu'à l'avenir, une région, par exemple Taïwan en cas de conflit avec la Chine, soit ainsi coupée du monde ?

O. G. : C'est compliqué, compte tenu des capacités satellitaires offertes aujourd'hui. La preuve, c'est que Starlink, en Ukraine, a permis de continuer à diffuser Internet. En revanche,

on observe que certains pays comme la Chine ou la Russie tentent de prendre ce chemin. Ils sont capables d'isoler leur réseau national terrestre du reste du monde avec des points d'entrée contrôlés. C'est aujourd'hui une arme politique majeure pour contrôler la population.

SVHS: Quel rôle Starlink, réseau de satellites privé, joue-t-il en Ukraine ?

O. G. : L'espace est utilisé depuis longtemps, mais l'arrivée des constellations de satellites bon marché change la donne et permet notamment de se prémunir des frappes antisatellites qui viseraient de gros satellites nationaux. Une constellation de satellites en orbite basse comme Starlink offre une qualité de service extrêmement intéressante pour une armée, notamment dans le domaine des liaisons, car elle permet de ne pas uniquement faire reposer ses capacités sur deux ou trois gros satellites. Ces constellations donnent une agilité dans le champ des systèmes d'information et de commandement, à l'heure où il faut être capable d'anticiper, de comprendre et de traiter des cibles beaucoup plus rapidement. Ce sont des réflexions développées depuis plusieurs années et le conflit ukrainien nous montre que nous étions dans la bonne direction. Starlink, et nous pourrions dire la même chose des Gafam [Google, Apple, Facebook, Amazon, Microsoft, NDLR], nous rappelle aussi que des acteurs privés peuvent

jouer un rôle essentiel dans la conduite de la guerre.

SVHS: L'une des technologies les plus novatrices de ce conflit est l'utilisation des drones. Est-ce une première ?

O. G. : Non, car le conflit dans le Haut-Karabakh entre l'Azerbaïdjan et l'Arménie avait déjà démontré ce que pouvait apporter une flotte de drones dans des affrontements de haute intensité. Les Arméniens ont subi de très lourdes pertes à cause des drones qui s'affranchissaient des défenses antiaériennes. Les Azerbaïdjanais disposant de la maîtrise du ciel, ces drones ont été un vrai *game changer* [changeur de donne, NDLR] dans ce conflit.

SVHS: Ils font donc partie des outils militaires indispensables de demain ?

O. G. : Les drones aujourd'hui jouent un rôle important, sinon essentiel, dans tous les affrontements, quelle que soit leur nature. Il y en a toute une gamme : du microdrone de la taille d'un insecte au drone stratégique qui vole à des dizaines de milliers de mètres d'altitude, capable d'emporter des missiles de croisière. Vous pouvez les utiliser en défense, surveillance, reconnaissance, diversion... Ils offrent une agilité tactique pour des coûts largement supportables : on

En avril 2022, les images de Boutcha, au nord-ouest de Kiev, témoignent de la violence des combats, mais aussi de possibles crimes de guerre, suite à la découverte, dans les rues, de civils exécutés.



“ Les drones aujourd’hui jouent un rôle important, sinon essentiel, dans tous les affrontements, quelle que soit leur nature ”

fabrique des drones à 250 dollars pièce. Les Ukrainiens et les Russes en perdent des milliers par mois, mais ce n’est pas grave, car ils sont fabriqués à la chaîne. C’est une forme de contournement technologique par le bas, une notion intéressante à creuser. Finalement, des outils très simples peuvent peser sur le cours d’un conflit. Vous pouvez acheter des drones civils et les militariser. Tout

est affaire de combinaison entre des outils simples et bon marché, et de très haute technologie. C’est la capacité à combiner les deux pour démultiplier les effets qui est un vrai facteur de supériorité.

SVHS : *La Russie a été très présente, avant et pendant le conflit, sur le front de la désinformation, entre autres avec l’opération Doppelgänger, une campagne de propagande produisant de faux sites officiels destinée à faire circuler de fausses informations. Ces campagnes sont-elles courantes dans les conflits contemporains ?*

O. G. : C’est permanent, notamment en Afrique. Ces dispositifs, d’ailleurs animés par la sphère Evgueni Prigojine [leader de l’armée privée Wagner, décédé le 23 août dernier, NDLR], déversent au quotidien des contre-informations sur l’armée française. Il y a eu l’affaire de Gossi au Mali en 2022 [des soldats français accusés d’avoir tué des civils ; il s’agissait en fait d’une opération orchestrée par les Russes : des drones français ont en effet filmé les soldats de Wagner en train d’enterrer les corps, ce qui a permis de démontrer que les accusations visant la France étaient

fausses, NDLR]. Lors du coup d’État au Burkina Faso en octobre 2022, on a aussi fait face à une diffusion massive de fausses informations dans le but de faire basculer l’opinion contre la France. Ces dispositifs utilisent les réseaux sociaux, forment un prisme déformant et permettent de bouleverser les perceptions en saturant le champ cognitif. Puis les médias s’emparent de ces sujets, et cela alimente ce sentiment d’un rejet global de la France en Afrique qui n’est pas la réalité, quoi qu’on en dise.

C.M. : Ces opérations informationnelles se déploient aussi dans les pays occidentaux. Les dirigeants russes cherchent, de longue date, à attiser le ressentiment, la défiance à l’égard des élites politiques, et à radicaliser le débat public en favorisant les extrêmes. In fine, leur objectif est d’affaiblir la cohésion des sociétés occidentales et la solidité des institutions démocratiques. Ils s’inscrivent dans la plus pure tradition soviétique de subversion.

SVHS : *Comment les Ukrainiens se servent-ils des réseaux sociaux ?*

C.M. : Ils ont une communication stratégique très rodée, avec des chaînes Telegram et YouTube très suivies, notamment en russe. Ils utilisent beaucoup l’humour et la dérision afin de tourner en ridicule les dirigeants ou les propagandistes russes et de dénoncer leurs mensonges. C’est fait de manière habile et organisée, avec probablement des



équipes de communicants qui animent ces chaînes. Des personnalités très connues proposent des podcasts ou des émissions d'actualité tout en appelant à des levées de fonds via des Flashcode pour acheter des drones ou des voitures pour l'armée. Cet effort participe à l'engagement de la société civile en faveur des forces armées, avec beaucoup de créativité et d'initiatives personnelles. Ces réseaux sociaux servent à humaniser, à héroïser les combattants. On y voit des vidéos TikTok du mariage d'un amputé de guerre, de combattants avec des chats, d'un soldat grièvement blessé alité avec sa fiancée...

SVHS: En France, les réseaux sociaux font-ils partie de nos stratégies de défense ?

O. G. : Aujourd'hui, la conflictualité s'exprime dans les champs matériels classiques – terre, air, mer –, les champs immatériels avec l'espace et le cyber, mais aussi dans l'espace informationnel. Et ça, c'est une ligne de force des armées françaises : "Gagner la guerre avant la guerre". Ça veut dire gagner la bataille de l'influence, des perceptions, tout en étant prêt à s'engager dans des affrontements de haute intensité. Il faut pouvoir contrer les actions de désinformation et de propagande ennemie. Nous nous préparons aussi à parler aux populations des pays qui nous attaquent pour montrer l'illégitimité des actions décidées par leurs autorités. Gagner la bataille de l'influence est



un volet qui devient extrêmement important.

SVHS: Vous avez cité Wagner, une société militaire privée (SMP) russe notamment employée sur le terrain en Ukraine. Est-ce là une nouveauté ?

C.M. : Il existe des sociétés militaires privées dans beaucoup de pays. Ce qui est assez singulier dans le cas russe, ce sont leur utilisation sur le champ de bataille et leur place dans le jeu politique. En 2014, le leader, Prigojine, a été chargé de développer deux types d'activités : le mercariat à travers la création de la SMP Wagner ; et la désinformation avec la création du groupe Patriot Media, très actif en Afrique. Après 2022, la SMP Wagner a été engagée sur le théâtre d'opérations ukrainien pour répondre à des besoins opérationnels pressants, mais aussi pour créer un contrepoids aux armées

La Pologne veut déployer 10000 hommes le long de la frontière avec la Biélorussie, notamment suite à l'intrusion dans l'espace aérien polonais de deux hélicoptères militaires biélorusses, début août.

régulières et pour terroriser les combattants russes qui ne voulaient plus combattre. Près de 50000 mercenaires de Wagner ont été recrutés dans les colonies pénitentiaires avec pour seul critère d'être de bons tueurs. Ça a vraiment contribué à la brutalisation du champ de bataille, avec des crimes de guerre d'une grande gravité.

SVHS: On a le sentiment que personne n'a vraiment la maîtrise du ciel en Ukraine...

O. G. : Dans les guerres asymétriques, que ce soit en Irak, en Afghanistan ou au Sahel, les armées occidentales disposaient assez naturellement de la maîtrise du ciel. Ce n'est pas le cas ici. L'un des enseignements de cette guerre est que nous ne bénéficions



plus d'emblée d'une forme de confort opérationnel qui nous offrait une vraie liberté d'action.

C.M. : Sans la supériorité aérienne, on revient vite à une guerre d'usure. Et dans les guerres d'attrition, la masse, c'est-à-dire le nombre d'hommes, le moral des troupes et le nombre de pièces d'artillerie et de munitions redeviennent déterminants.

SVHS : *Le conflit ukrainien a-t-il remis l'Otan et l'UE au cœur de la défense européenne et du jeu militaire ?*

O.G. : Quelle que soit l'issue de ce conflit, la guerre en Ukraine signe la défaite stratégique et politique de la Russie, car deux pays européens, la Suède et la Finlande, vont rejoindre l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord [la Finlande est devenue officiellement membre de l'Otan en avril dernier, tandis que la Suède attend toujours que la Hongrie et la Turquie donnent leur accord, NDLR] qui confirme ainsi sa pleine vocation de défense du continent européen. Donc oui, nous assistons à une nouvelle mobilisation des Européens

avec un renforcement des capacités et une augmentation des dépenses militaires.

SVHS : *Peut-on parler de guerre mondiale, puisque l'Ukraine n'aurait probablement pas tenu sans un soutien international ?*

O.G. : On peut parler d'une guerre régionale à résonance mondiale, c'est-à-dire d'une guerre qui oppose des centaines de milliers d'Ukrainiens à des centaines de milliers de Russes dans une zone assez limitée, mais qui a des conséquences au niveau mondial. La meilleure illustration est la sortie de la Russie de l'accord céréalière en juillet dernier, avec l'explosion du prix des céréales pour l'Afrique. Le dernier exemple semblable est la première guerre du Golfe en 1990-1991 : elle s'était traduite par une hausse du prix des hydrocarbures et la mise sur pied d'une coalition internationale pour forcer l'Irak à quitter le Koweït.

SVHS : *Nous avons eu des guerres totales, des guerres de haute intensité, des guerres asymétriques, des guerres hybrides informationnelles et technologiques...*

Voyons-nous aujourd'hui se déchaîner une guerre intégrale, qui réunirait tous ces champs ?

O.G. : D'une certaine façon, oui. C'est pour cette raison que nous réfléchissons à des stratégies intégrales qui prennent en compte l'extension du spectre de la conflictualité et qui combinent des capacités civiles et militaires. D'un autre côté, quand on parlait de guerre totale en 14-18 ou en 39-45, vous aviez aussi un champ informationnel. L'un des principaux enseignements de la guerre en Ukraine et plus largement de l'évolution de la conflictualité est de faire de l'adaptation permanente un principe de fonctionnement naturel. Gagner la guerre de demain exige de savoir combiner toutes sortes de capacités. Il faut être capable de travailler avec des capacités assez rustiques, de les combiner avec de hautes technologies et de saisir des innovations dans le monde civil pour les adapter rapidement dans le monde militaire en contrôlant les coûts. Avec ce conflit, plusieurs innovations civiles ont surgi dans le champ militaire : l'énergie, l'intelligence artificielle, la quantique pour tout ce qui est géolocalisation, etc. L'un des points-clés aujourd'hui, je pense, est la capacité d'imagination, d'innovation et de créativité. Il faut libérer ses capacités, prendre des initiatives, tester, innover, improviser, quitte à se tromper à l'entraînement... pour pouvoir gagner ensuite à la guerre. ■

Il faut prendre des initiatives, tester, innover, quitte à se tromper à l'entraînement... pour pouvoir gagner ensuite à la guerre



© MAXAR TECHNOLOGIES/HANDOUT / EYEPRESS/SIPA

Le 6 février 2022, un satellite américain enregistre des manœuvres militaires à la frontière biélorusse avec l'Ukraine. Selon Minsk et Moscou, il s'agit d'un exercice conjoint de défense baptisé Union Resolve 2022.

DÉCRYPTER





Une planète en tension

La guerre, dit-on, est la continuation de la politique par d'autres moyens. Si les rivalités géopolitiques ne dégénèrent pas toujours en combats, elles s'expriment toutes en armes, en rapports de force ou en décisions stratégiques. De l'Ukraine à Taïwan, notre tour du monde belliqueux en six points très chauds. PAR RIVA BRINET-SPIESSER

Russie

150 000 à 250 000 soldats sur le front (selon sources)
2 000 chars env.



Ukraine

150 000 à 250 000 soldats sur le front (selon sources)
2 000 chars env.



UKRAINE

COMMENT LE BLITZKRIEG LANCÉ PAR MOSCOU S'EST TRANSFORMÉ EN GUERRE DES TRANCHÉES

L'opération spéciale lancée par la Russie en février 2022 se voulait une "guerre de décapitation" par des frappes aériennes de précision. Il n'en a rien été. Les Ukrainiens ont misé sur une tactique de défense efficace : "Ils ont empêché les Russes d'imposer leur suprématie aérienne, explique Thibault Fouillet, chargé de recherche à la Fondation pour la recherche stratégique. Leur défense est à la fois passive – du renseignement – et active, avec toute une gamme de systèmes antiaériens, notamment de courte portée." Depuis cet échec, le conflit s'enlise dans une guerre d'usure, avec un front figé. Ni l'usage des drones iraniens, venant pallier le manque de missiles côté russe, ni les équipements de communication numérique haut de gamme côté ukrainien n'arrivent pour l'instant à faire la différence. "On est passé d'une guerre technologique à une guerre de position traditionnelle", conclut Thibaut Fouillet.

Azerbaïdjan

118 000 soldats
350 chars
30 drones



Arménie

40 000 soldats
100 chars



HAUT-KARABAKH

FORCES SPÉCIALES ET DRONES AZERBAÏDJANAIS BALAYENT UNE ARMÉE ARMÉNIENNE HÉRITÉE DE L'ÈRE SOVIÉTIQUE

En 2020, l'Azerbaïdjan lance une offensive pour reprendre le Haut-Karabakh, enclave à majorité arménienne. Voici 30 ans que ce pays se préparait à cette invasion. Grâce à sa rente pétrolière et gazière, l'Azerbaïdjan s'est équipé de matériel occidental. Sur le terrain, son armée, qui allie forces spéciales au sol et drones tueurs de fabrication turque ou israélienne dans le ciel, fait preuve d'une grande mobilité. "En face, l'Arménie n'a pas vu venir le conflit, précise Gaïdz Minassian, journaliste, politiste et enseignant

à Sciences Po Paris. Son armée est restée calquée sur le modèle soviétique : elle manque de souplesse dans ses opérations et d'autonomie dans les prises de décision." Après une offensive éclair menée par l'Azerbaïdjan le 19 septembre dernier, l'Arménie a capitulé. À l'heure où nous écrivons ces lignes, des pourparlers fragiles étaient en cours, et le risque d'une reprise des combats n'était pas à écarter. Pour moderniser son armement, l'Arménie doit se tourner vers de nouveaux alliés, l'Inde et la France.



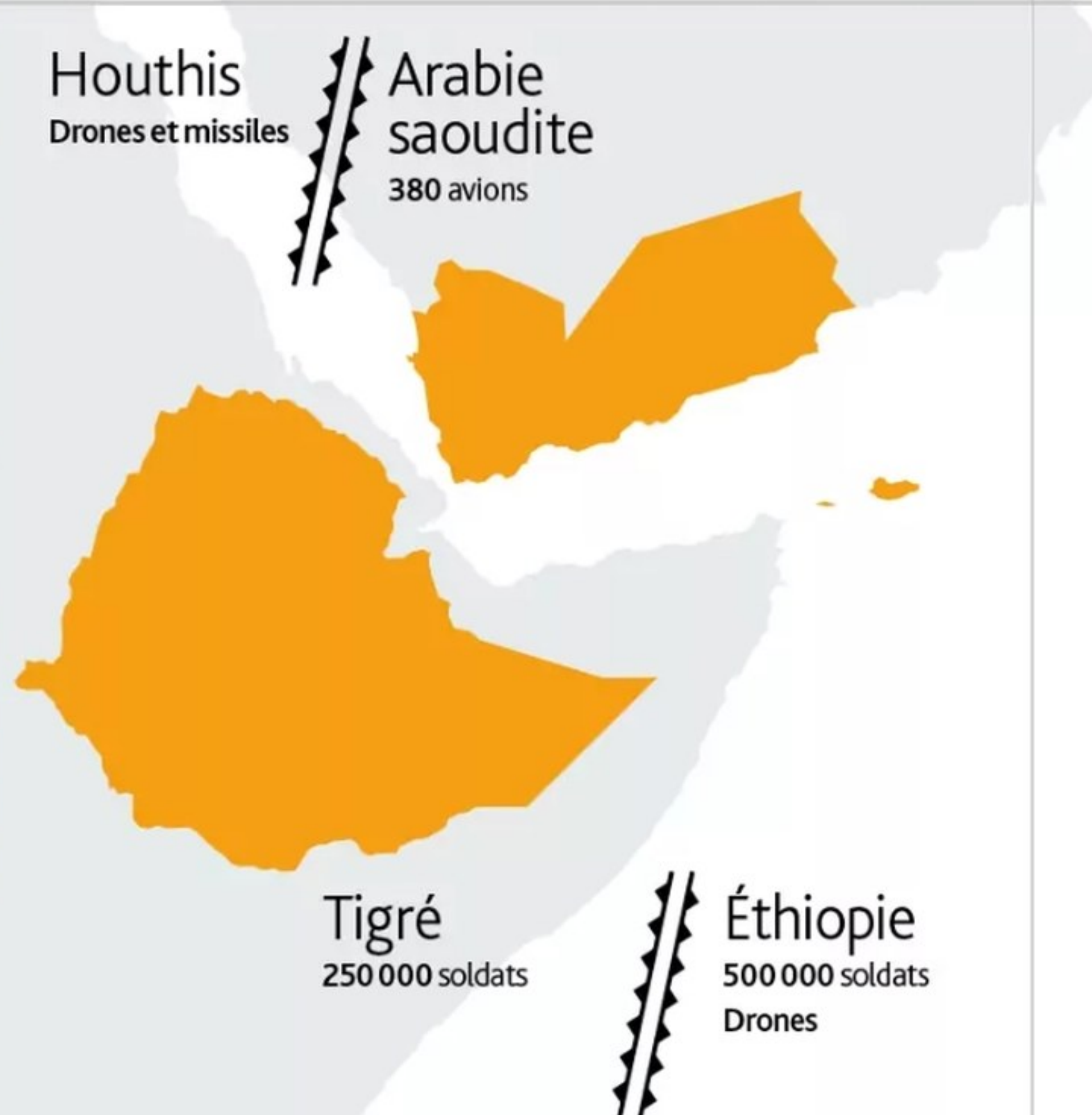


ÉTHIOPIE

UN BLOCUS, DES DRONES ET UN RECRUTEMENT MASSIF DANS L'ARMÉE OBLIGENT LES TIGRÉENS À SIGNER LA PAIX AVEC LES ÉTHIOPiens

En novembre 2020, l'armée éthiopienne lance, avec l'aide de l'Érythrée, une offensive contre les rebelles tigréens du nord du pays. Le Tigré est pris en trois semaines... mais une armée tigréenne se reconstitue dans la clandestinité, en récupérant du matériel de guerre éthiopien : kalachnikovs, lance-roquettes, canons d'artillerie. Bientôt, les Forces de défenses du Tigré (TDF) contre-attaquent et, un an plus tard, elles sont à 200 km de la capitale

éthiopienne Addis-Abeba. Pourtant, le rapport de force va à nouveau s'inverser. *"Les Éthiopiens ont de meilleures capacités logistiques, recrutent en masse des civils et surtout acquièrent des drones turcs financés par les Émirats arabes unis"*, analyse René Lefort, chercheur indépendant. Une autre arme est utilisée : celle du blocus, empêchant les Tigréens d'avoir accès au carburant, à la nourriture et aux médicaments. Les accords de paix de Pretoria, signés en novembre 2022, mettent fin aux combats. Le pays sort exsangue d'une guerre des plus brutales qui a fait entre 300 000 et 600 000 morts.



YÉMEN

LES DRONES FOURNIS PAR L'IRAN AUX HOUSTHISTES FORCENT LES SAUDIENS À LA TRÊVE

"2019 sera l'année des drones", avait prédit le général Yahya Saree. Il est le porte-parole de la rébellion houthiste du nord du Yémen, qui a pris la capitale en 2014. Et en effet, une pluie de drones s'est abattue cette année-là sur l'Arabie saoudite et ses sites pétroliers. Car les Saoudiens, qui soupçonnaient les Houthistes d'être armés par l'Iran, sont entrés dans le conflit entre les Houthistes et le gouvernement yéménite voici huit ans pour mettre fin à la rébellion. Mais ils se sont embourbés dans la guerre. *"Les troupes au sol ont été éprouvées par la résistance et l'agilité des forces houthistes"*, explique David Rigoulet-Roze, chercheur à l'Institut français d'analyse stratégique (Ifas) et à l'Institut de relations internationales et stratégiques (Iris). *L'armée de l'air a parfois fait preuve d'un manque de maîtrise de ses appareils, fournis par les Américains, avec des bombardements indiscriminés entraînant des dégâts collatéraux.* L'armée houthiste, elle, a su tirer profit des drones et missiles fournis par l'Iran. Finalement, l'intervention saoudienne est un échec. La trêve, signée en avril 2022, ouvre la voie à un règlement du conflit qui a fait 400 000 victimes selon l'Onu. Pour le prince héritier saoudien Mohammed Ben Salman, elle présente un autre avantage : tourner la page yéménite.





Corée du Nord
 20 à 30 têtes nucléaires (Sipri, FAS)
 1 200 000 soldats
 3 500 chars
 600 avions de combat
 Des dizaines de mini sous-marins

Corée du Sud
 650 000 soldats
 + 30 000 soldats américains sur place
 2 500 chars
 500 avions de combat

CORÉE

PYONGYANG MISE SUR LA MENACE NUCLÉAIRE, SÉOUL BRANDIT LE BOUCLIER AMÉRICAIN

Si les capacités nucléaires réelles du régime nord-coréen sont difficiles à évaluer, celui-ci n'a de cesse de démontrer sa détermination à se servir de son arme de destruction massive en cas d'attaque sud-coréenne. La Corée du Nord en est à son sixième essai nucléaire. Depuis 2022, elle intensifie ses tirs de missiles balistiques et accroît leur portée. Des tests de missiles intercontinentaux attestent sa capacité à atteindre les bases américaines situées dans le Pacifique. "Pyongyang tire la leçon du conflit ukrainien et constate la fragilité d'une Ukraine qui a renoncé à l'arme nucléaire", explique Marianne Peron-Doise, chercheuse à l'Iris et directrice de l'Observatoire géopolitique sur l'Indo-Pacifique. La Corée du Sud, dépourvue de l'arme nucléaire en vertu de l'accord de dénucléarisation de la péninsule, pousse les États-Unis à donner davantage de garanties de sécurité. En 2021, elle a obtenu un accord pour étendre la portée de ses missiles balistiques, limitée jusque-là à 300 km.



Chine
 2 millions de soldats
 350 bateaux et sous-marins
 1 600 avions de chasse

Taïwan
 170 000 soldats
 30 bateaux env.
 400 avions de chasse
 Des centaines de batteries de missiles



TAÏWAN

PÉKIN PRÉPARE UNE OFFENSIVE PAR LE CIEL ET LA MER, TAIPEI SE BARRICADE DANS L'ÎLE FORTERESSE

Au nom de la "réunification nationale", la Chine se dit prête à s'emparer de Taïwan, par la force s'il le faut. Mais envahir cette île montagneuse séparée du continent par un détroit de 150 km soumis à une météo souvent dantesque est un réel défi. Aussi, depuis les années 1990, l'armée chinoise s'est fortement modernisée. Elle a misé sur des missiles hypersoniques et sur des bateaux et des avions de haute technologie. "L'objectif est de mener des combats conjoints entre l'armée de l'air et la marine pour battre l'armée taïwanaise

et empêcher les Américains de s'approcher", détaille Hugo Tierny, doctorant en histoire militaire à l'École Pratique des Hautes Études et à l'Institut catholique de Paris. À Taïwan, l'invasion de l'Ukraine incite le pays à se préparer davantage à la guerre. Le service militaire, jusque-là de quatre mois, est étendu à douze mois. Taipei, bien qu'équipé de systèmes de défense antiaériens très performants, a augmenté en 2023 ses dépenses militaires de 13 % pour atteindre un niveau record de 415 milliards de dollars.



© DANIEL CENG SHOU-YI/ZUMA / RÉA - © KCNA VIA KNS / AFP

Science & guerre

Les liaisons dangereuses

La guerre engendre de nouvelles découvertes scientifiques... et la paix se charge de leur trouver des applications civiles. Le conflit en Ukraine en donne une nouvelle illustration. Le point avec Laure de Roucy-Rochegonde, chercheuse à l'Ifri. PAR ARMELLE CAMELIN

Nous sommes en 1946. Percy Spencer, ingénieur américain, travaille pour l'entreprise Raytheon, une usine de magnétrons. Ce dispositif qui transforme l'énergie cinétique des électrons en énergie électromagnétique a permis notamment le développement des radars aériens pendant la Seconde Guerre mondiale. Or, la légende raconte qu'en passant à proximité d'un magnétron, Spencer sent soudain une chaleur dans la poche de sa blouse. Il y plonge la main et découvre que la barre de chocolat qui s'y trouve a fondu. Il vient de découvrir... le micro-ondes !

"Le nucléaire, l'informatique, Internet, le GPS sont des inventions qui, au départ, ont été développées à des fins militaires," décrit Laure de Roucy-Rochegonde, chercheuse à l'Institut français de recherches internationales (Ifri). *"Jusqu'à récemment, les avancées scientifiques étaient largement portées par la recherche militaire."* Rien d'étonnant : les laboratoires reliés à la défense ont toujours

eu beaucoup d'argent. Leur capacité de test ou de réalisation de prototypes est donc immense. *"Les guerres, ou en tout cas le fait de se préparer à des guerres et de bâtir des arsenaux les plus performants possible modifient la façon dont les guerres elles-mêmes sont menées,"* avance Laure de Roucy-Rochegonde. *"Depuis toujours, il existe une relation dialectique intéressante entre la technologie et la guerre."*

Les spécialistes parlent de technologies duales : les avancées scientifiques dont les applications sont à la fois civiles et militaires. La nouveauté, c'est que l'armée n'est plus en première ligne en termes d'innovation. De nouveaux acteurs civils œuvrent pour "désé-tatiser" la recherche militaire. À commencer par Elon Musk, le patron de SpaceX et de Tesla. *"Aujourd'hui, l'armée essaie plutôt de comprendre comment se servir des nouvelles*





de drones, et même des drones civils. *“Outre la robotique, la quantique fait elle aussi l’objet d’investissements importants, même si ses applications militaires restent encore floues, avance Laure de Roucy-Rochegonde. Sans oublier les missiles hypersoniques, ceux dont la vitesse dépasse celle du son. Ils sont très utiles à des fins dissuasives : comment mettre en place des contre-mesures quand un missile met quelques minutes pour arriver à l’autre bout du monde ?”*

La chercheuse observe toutefois que les scientifiques sont de plus en plus réticents à l’usage militaire des technologies qu’ils développent. L’Allemand Otto Hahn, “père de la chimie nucléaire” et prix Nobel de chimie en 1944, constatant les dégâts causés par la bombe à Hiroshima, se mit à militer contre la récupération guerrière des découvertes scientifiques. Depuis, son exemple a fait des émules. Aujourd’hui, les experts de la Silicon Valley interpellent régulièrement sur les dangers de l’intelligence artificielle. *“Les scientifiques ne veulent plus que leurs recherches aient des applications qui*

puissent être létales. En 2018, rappelle Laure de Roucy-Rochegonde, 2 000 employés de Google se sont mobilisés pour dénoncer le projet Maven, sur lequel ils travaillaient en collaboration avec le Pentagone.” Un projet qui devait permettre la mise en place d’un outil de surveillance militaire à l’aide de milliers de drones. Sous la pression de ses salariés, Google a choisi de ne pas renouveler son contrat avec l’armée. ■



La physicienne autrichienne Lise Meitner (à gauche) et les chimistes allemands Otto Hahn (à droite) et Fritz Strassman découvrent le principe de la fission nucléaire en 1938, un an avant la guerre.

technologies qui ont vu le jour ailleurs que dans ses laboratoires de recherche”, commente la chercheuse.

RÉCUPÉRATION GUERRIÈRE

Les secteurs de la robotique et de l’intelligence artificielle sont les plus observés, comme en témoigne l’usage de drones, consacrés nouvelles armes de guerre dans le conflit ukrainien actuel. *“Au début, suite aux nombreuses démonstrations de systèmes robotisés terrestres orchestrées par la Fédération de Russie, on se demandait si on allait voir la high-tech russe se déployer sur la zone de combat. Mais non, ces systèmes n’ont pas été utilisés, peut-être à cause de la nature des terrains.”* À la place, on a vu arriver des hordes

“Aujourd’hui, l’armée essaie plutôt de se servir des technologies qui ont vu le jour ailleurs que dans ses laboratoires de recherche”

Nucléaire

L'apocalypse

en option

En évoquant un éventuel recours à l'arme nucléaire dans le conflit ukrainien, Moscou lève un tabou remontant à la guerre froide. Qu'il s'agisse d'un coup de bluff ou d'une véritable menace, que reste-t-il de la dissuasion ?

PAR LISE GOUGIS

Depuis la fin de la guerre froide en 1991, on croyait éteint le risque d'un affrontement nucléaire. Mais voilà que le conflit en Ukraine a fait resurgir son spectre, avec les avertissements lancés par Moscou. *“ Cette guerre se déroule dans un climat de menace nucléaire. C'est la première fois depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale qu'on a un conflit de cette intensité sur le sol européen, et dans lequel la menace nucléaire joue un rôle aussi important ”*, décrypte Héloïse Fayet, chercheuse à l'Institut français des relations internationales (Ifri).

Les signaux inquiétants se multiplient du côté de la Russie, mais aussi des autres pays détenteurs de l'arme atomique : après une longue période de désarmement, celle-ci prolifère de nouveau. Serions-nous entrés dans une nouvelle ère nucléaire ? *“ Ces armes reprennent de l'importance dans la compétition de puissance, avec une dynamique de prolifération verticale, autrement dit des États qui augmentent leurs stocks ”*, poursuit

la spécialiste. Sur l'inventaire mondial total d'environ 12 500 ogives en janvier 2023, 9 576 sont mis en stock militaire pour une utilisation potentielle, soit 86 de plus qu'en janvier 2022, d'après le dernier rapport de l'Institut international de recherche sur la paix de Stockholm.

Une augmentation que l'on doit essentiellement à la Chine, qui a vu passer son stock de 350 à 410 en un an. *“ Les Chinois sont sur une double dynamique d'accroissement des stocks et de modernisation, avec notamment la construction de sous-marins lanceurs d'engins et de missiles aéroportés. Leur objectif est de rattraper, voire dépasser la Russie et surtout les États-Unis, pour pouvoir échanger d'égal à égal ”*, analyse Héloïse Fayet. En parallèle, le risque de prolifération horizontale est toujours d'actualité avec de nouveaux pays qui chercheraient à se doter de l'arme nucléaire, l'Iran en tête. L'Arabie saoudite et la Corée du Sud seraient également dans les starting-blocks.

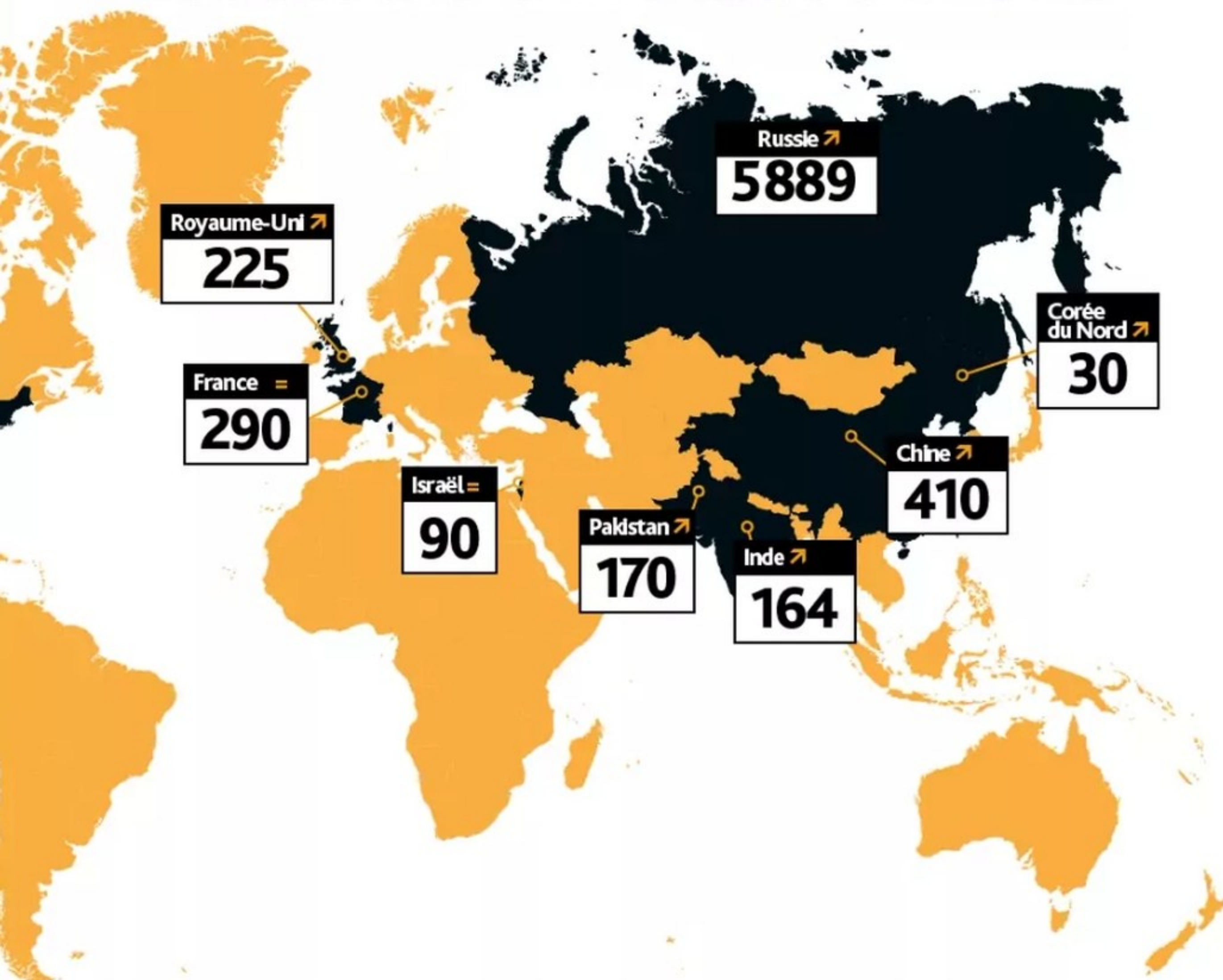
Faut-il pour autant craindre l'usage de ces armes ? *“ Non ”*, répond Héloïse Fayet. *Le risque*





Le RS-24 Iars est un missile balistique intercontinental russe de dissuasion nucléaire.

Têtes nucléaires: des stocks en hausse en 2023



était beaucoup plus élevé pendant la guerre froide, parce qu'il n'y avait pas de mécanisme de limitation des armements ni de communication entre l'URSS et les États-Unis. Et pour l'instant, aucun signe ne permet d'affirmer que la Russie va utiliser ses armes nucléaires ni aucun pays les possédant d'ailleurs, car de nos jours elles sont détenues dans une optique dissuasive."

Reste que l'arsenal atomique occidental n'a pas réussi, justement, à dissuader la Russie d'envahir l'Ukraine. "Cela signifie qu'il va falloir très vite repenser la dissuasion nucléaire au XXI^e siècle, pointe l'experte, surtout avec des innovations comme les missiles hypersoniques", des engins a priori beaucoup plus difficiles à intercepter. À l'image de l'Avan-gard mis en service fin 2022 par la Russie, qui serait capable de filer à 33 000 km/h, soit 27 fois la vitesse du son, et d'atteindre une cible quasiment partout dans le monde.

"Surtout, il va être primordial que les États dotés de l'arme nucléaire y réfléchissent tous ensemble, même la Chine et la Russie, ajoute Héroïse Fayet. C'est leur responsabilité de maintenir un dialogue." ■

Satellites, la menace fantôme

Dans l'espace, personne ne vous entend espionner ! Les satellites militaires y mènent une guerre feutrée à coups de communications et de piratages. Mais depuis le déclenchement de la guerre en Ukraine, les satellites civils jouent un rôle de premier plan. PAR ADRIEN DENÈLE

Jeudi 24 février 2022, le coup d'envoi de la guerre en Ukraine est donné. Est-ce un tir de soldat ou d'artillerie ? Ni l'un ni l'autre : la première attaque a lieu en orbite. *"On l'oublie, mais la guerre d'Ukraine a débuté, une heure avant l'invasion, par une cyberattaque rendant inutilisables les terminaux du réseau de communications satellitaire Viasat"*, rappelle la capitaine Béatrice Hainaut. Selon cette chercheuse de l'Institut de recherche stratégique de l'école militaire (Irsem), l'intérêt est stratégique : en ciblant ce réseau satellitaire utilisé par les civils et l'armée ukrainienne, la Russie espérait couper une partie des communications du pays. Ce premier piratage effectué, les troupes russes se sont lancées à l'assaut et l'on a commencé à bombarder les villes...

Dans l'esprit des Russes, cette opération devait mettre l'Ukraine à genoux. Ils se sont trompés : depuis plus d'un an, le pays résiste. Une surprise pour tous les spécialistes. *"L'Ukraine, avec pratiquement aucune capacité spatiale ni de satellites, arrive à utiliser l'espace de manière très performante alors*

que la Russie est une puissance spatiale... Cela pose question", s'interroge la capitaine. La réponse : le salut de l'Ukraine s'est en partie joué hors de ses frontières, grâce aux opérateurs privés comme la constellation de satellites Starlink.

"Starlink, c'est la vie !" Ces mots, Béatrice Hainaut les rapporte d'un militaire ukrainien. La compagnie américaine, qui a mis en orbite près de 4500 microsatsellites grâce aux fusées Falcon 9 de SpaceX, permet d'avoir accès à Internet sur de très nombreux territoires. *"On a l'impression que sa présence est décisive en Ukraine"*, souligne la capitaine Béatrice Hainaut. *"Non seulement la population civile peut discuter, mais aussi les militaires, qui s'en servent pour leurs troupes, ou pour coordonner les attaques de drones."*

"Avec des moyens qui ne leurs appartiennent pas, les Ukrainiens ont résisté à l'appareil russe", souligne le général de corps d'armée Benoît Durieux, directeur de

Le bombardement d'un aérodrome ukrainien situé près de la ville de Chuhuiv, observé à l'aide d'un satellite.

l'Institut des hautes études de défense nationale (IHEDN) et de l'Enseignement militaire supérieur. *“Cela montre qu'il est difficile de déconnecter un pays du reste de la sphère informationnelle mondiale. Il faut dire que pour qu'Internet fonctionne, l'interconnexion avec les autres pays est indispensable.”*

Revers de la médaille, les Ukrainiens sont désormais dépendants du réseau Starlink et de ses limites. *“Ils disent perdre l'accès quand ils sont trop proches de la ligne de front”,* note Béatrice Hainaut. *“Mais les Starlink n'ont jamais été conçus pour être utilisés comme arme”,* relevait la PDG de SpaceX, Gwynne Shotwell, en février dernier. *“Les Ukrainiens s'en sont servis de manière détournée, et en dehors de l'accord d'utilisateur.”* Aussi la firme se réserve-t-elle le droit d'interrompre une partie de son réseau dans la zone du front, au jour le jour et en fonction de l'évolution militaire. Elon Musk, le fondateur de SpaceX, aurait lui-même volontairement refusé d'activer le réseau pour faciliter une attaque de drones sous-marins contre la flotte russe au nord de la mer Noire en 2022.

L'aide apportée par le secteur privé ne se résume pas à Starlink. On peut y ajouter les satellites possédant des caméras en haute résolution : ainsi la firme américaine Capella Space ou la Finlandaise Iceye, collaborent-elles avec l'armée ukrainienne afin de leur fournir des images détaillées du front.

“ L'Ukraine, avec pratiquement aucune capacité spatiale [...], arrive à utiliser l'espace de manière très performante ! ”





13 novembre 2022 : l'armée ukrainienne installe un relais satellite mobile, place de l'Indépendance au cœur de la ville de Kherson reconquise sur les Russes, afin que les civils puissent reconnecter leur téléphone au reste de l'Ukraine grâce au réseau Starlink.

Secteurs spatiaux privé et national seraient-ils entrés en concurrence à la faveur du conflit ? *“Parfois, on lit que les constellations privées vont remplacer les satellites géostationnaires, admet Béatrice Hainaut. Moi, je pense qu'ils vont se compléter, et non se remplacer.”* *“Avec une orbite polaire héliosynchrone, on ne peut pas suivre une situation en continu, renchérit Jean-Luc Lefebvre. Mais avec trois satellites géostationnaires, vous*

couvrez la Terre !” Le meilleur exemple reste le GPS américain : financé par le budget de la Défense pour faciliter la navigation militaire, il est devenu indispensable aux civils. Mais en cas de conflit, il servira d'abord à guider les missiles vers leurs cibles, notamment les modèles haut de gamme hypersoniques.

Au petit jeu de la surveillance planétaire, les États-Unis restent les rois. *“Ils ont au moins vingt fois la capacité spatiale de la France”*, reconnaît la capitaine de l'Irsem. Notre pays peut toutefois compter sur sa flotte de Syracuse, programme de communication lancé en 1980, et dont la quatrième version a été envoyée le 6 juillet par la dernière Ariane 5. Avec une mise à jour de contre-espionnage : des caméras latérales, afin de repérer les satellites qui s'approcheraient d'un peu trop près. *“On constate de plus en plus de mouvements étranges ou louches*

“ La menace de demain, c'est la cyberattaque ”



“ On constate de plus en plus de mouvements étranges ou louches dans l'espace... ”

dans l'espace...” explique la capitaine Béatrice Hainaut. “Les Russes ont pu prouver qu'ils savaient suivre de près un satellite américain ou français...” Des satellites-espions, capables d'intercepter des communications. C'est pourquoi la France planche sur Yoda (pour “yeux en orbite pour un démonstrateur agile”), deux nanosatellites patrouilleurs qui devraient être lancés en 2025. “L'objectif est de surveiller l'orbite, et alerter face aux menaces”, précise la capitaine.

Car en coulisses, la recherche militaire poursuit des investigations qui vont bien au-delà de la simple surveillance. “La tendance est à l'arsenalisation”, résume Jean-Luc Lefebvre, stratège et ancien officier de l'Armée de l'air. “Il s'agit de placer des armes sur les satellites.” Par exemple, de petites charges capables de détruire un satellite étranger. “Il y a eu des expériences de frappes effectuées par la Chine, la Russie et l'Inde,

explique le spécialiste, mais pour l'instant, ce sont de simples démonstrations techniques.” La manœuvre en effet s'avère risquée : un satellite détruit provoque la dispersion de milliers de débris de ses composants sur son orbite... qui est souvent partagé par les autres nations. “C'est dangereux pour tout le monde, attaquant inclus”, résume Jean-Luc Lefebvre.

Aussi les militaires cherchent-ils surtout à intégrer les satellites à d'autres systèmes d'armement. “Par exemple, indique le stratège, on peut placer des miroirs, en apparence inoffensifs, mais qui servent de relais laser à des systèmes d'armes au sol.”

Un pas de plus vers la “Guerre des étoiles” prédite par le président Reagan dans les années 1980. Mais, en attendant, la principale menace spatiale vient et viendra longtemps encore... du sol. Ce que la capitaine Hainaut résume en quelques mots : “La menace de demain, c'est la cyberattaque”. ■



QUE DIT LE DROIT SPATIAL ?

L'espace reste un terrain hors norme dans le domaine militaire : pas d'armes lourdes ni nucléaires. Il est soumis à une réglementation historique, le Traité de l'Espace, signé en 1967 par les principales puissances, comme les États-Unis, l'ex-URSS, la Chine ou la France. Son principe rappelle celui en vigueur dans les eaux internationales, c'est-à-dire celui de l'absence de propriété. “L'espace est un lieu commun de l'humanité, rappelle Jean-Luc Lefebvre, les astronautes y sont considérés comme ses envoyés, et il y a une obligation d'entraide, par exemple en cas de problème dans une station spatiale.” Mais tout comme sur Terre, “où rien n'empêche les navires de s'aventurer dans les eaux internationales, les satellites se promènent sur les orbites”.

COMBATTRE



© ADOBE STOCK

La guerre du futur imaginée par un logiciel d'intelligence artificielle.

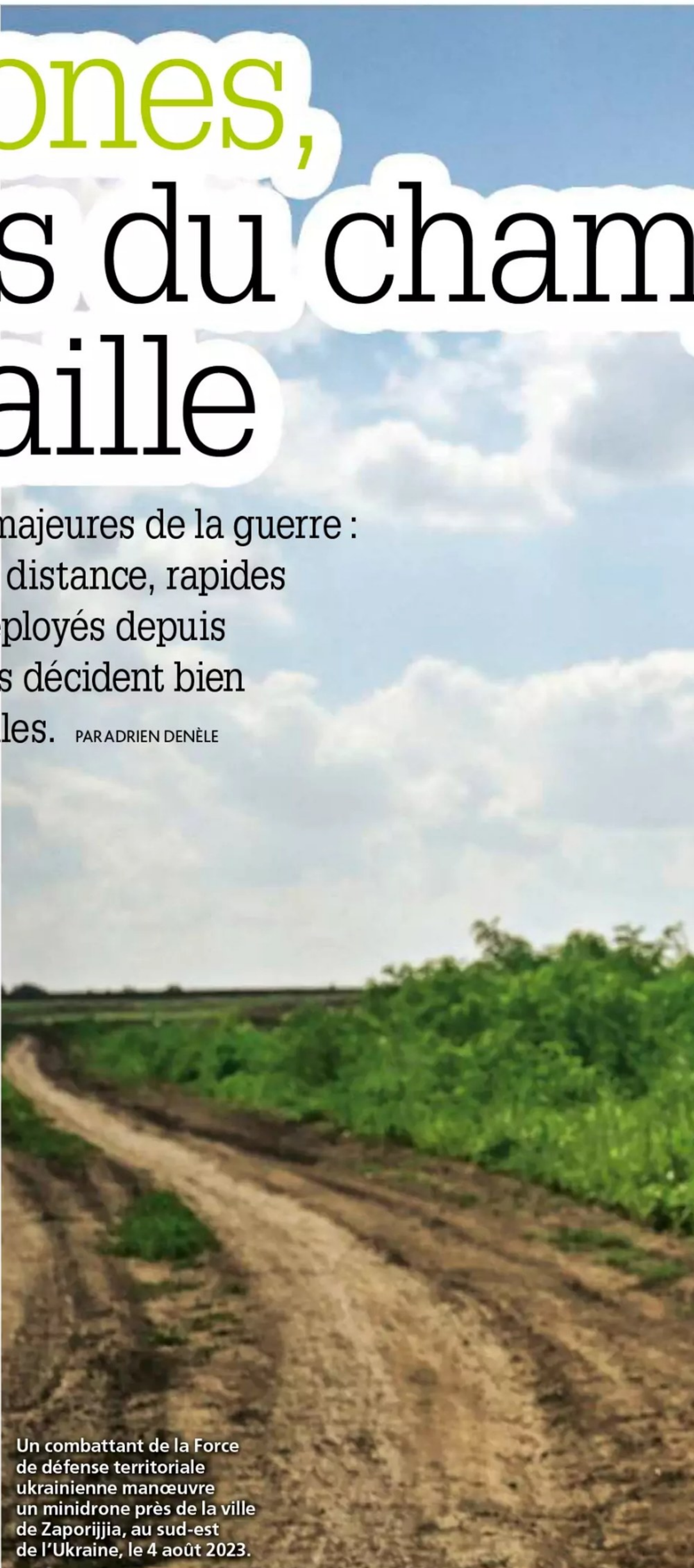


Les drones, maîtres du champ de bataille

C'est l'une des nouveautés majeures de la guerre : des engins volants guidés à distance, rapides et terriblement efficaces. Déployés depuis le début des années 2000, ils décident bien souvent de l'issue des batailles. PAR ADRIEN DENÈLE

Qui a pensé en premier à utiliser un drone comme arme ? *“Ce sont les Israéliens lors de l'opération ‘Paix en Galilée’ en 1982”,* révèle Philippe Gros, chercheur pour la Fondation pour la recherche stratégique. *“Il s'agissait alors de modèles haut de gamme, capables de voler à très haute altitude, comme le Predator américain, précise-t-il. Mais le tournant, c'est le 11 septembre. La ‘Guerre contre la terreur’ a fait exploser les besoins en drones.”* Désormais, ces engins capables de voler sur de très longues distances, sans risque pour les pilotes, sont utilisés pour éliminer des cibles lointaines. Entraînant l'émergence de nouveaux corps d'armée chargés de s'en servir, par exemple en Irak et en Afghanistan.

“Les États-Unis ont développé des drones armés pour frapper des cibles nominatives, c'est ce qui était assez nouveau”, explique le général de corps d'armée Benoît Durieux, directeur de l'Institut des hautes études de défense nationale et de l'Enseignement militaire supérieur. *“Ils sont allés jusqu'à toucher des cibles au sein de pays avec*



Un combattant de la Force de défense territoriale ukrainienne manœuvre un minidrone près de la ville de Zaporijjia, au sud-est de l'Ukraine, le 4 août 2023.

P





Un drone kamikaze Lancet explose sur sa cible lors d'une attaque russe sur un convoi militaire ukrainien (image communiquée par le ministère russe de la Défense).



lesquels ils n'étaient pas en guerre, comme au Yémen ou en Somalie. Leurs drones ont un usage stratégique par leur capacité à frapper loin et, surtout, à atteindre des cibles politiquement identifiées."

UN USAGE MASSIF

Mais depuis la "Guerre contre la terreur", l'usage des drones a évolué. Voici trois ans, ce sont eux qui ont permis à l'Azerbaïdjan de vaincre l'Arménie au Haut-Karabagh. "Ils pullulaient littéralement sur le champ de bataille", se souvient Philippe Gros. Aujourd'hui, c'est au tour de l'Ukraine de servir de théâtre opérationnel à ces redoutables tueurs volants. "Chaque jour, ce sont des centaines de drones qui sont employés par les deux belligérants, avec des pics à 300!", relève le chercheur. "Ils sont nombreux, légers, souligne Benoît Durieux, ce sont des missiles de croisière à bas coût ! Ils sont moins chers qu'un avion, et plus mobiles qu'un canon."

"Au départ, les Russes possédaient des drones perfectionnés et coûteux, précise Philippe Gros, mais ils ont été tous détruits avant la fin 2022." Résultat, la gamme des engins utilisés dans le conflit ukrainien s'est considérablement élargie. Les plus communs

sont des engins de taille souvent modeste, que l'on peut trouver en ligne ou dans les boutiques spécialisées en photographie. "Ils servent surtout à faire du renseignement et de la désignation d'objectifs sur le front", explique le chercheur. Par exemple, les drones Mavic, fabriqués par l'entreprise chinoise DJI, numéro 1 des drones commerciaux. Ces engins ont un autre avantage : bricolés par les militaires, bourrés de charges explosives à larguer ou à déclencher à distance, ils deviennent des armes redoutables. Des myriades de ces drones sacrificiables à merci sont ainsi envoyées quotidiennement sur le front. Inquiète pour son image, l'entreprise chinoise DJI a bien essayé de suspendre ses ventes de Mavic à la Russie et à l'Ukraine, en avril 2022. En vain : les deux États parviennent toujours à les récupérer,

“ Ce ne sont plus les canons russes qui font le plus de dégâts, mais les Lancet ”



À gauche : un drone américain Reaper acquis par la France et déployé au Niger pendant l'opération Barkhane. Ci-dessus : via un écran, un opérateur de drone français surveille un exercice militaire.

en passant par d'autres commandes issues du civil. Les stocks épuisés, les belligérants "réalisent même des campagnes de crowdfunding pour en obtenir de nouveaux!", s'exclame Philippe Gros.

À l'autre bout de la gamme, on trouve les drones Lancet (russes) ou Switchblade (américains). En forme de missile, doté d'ailes en X, le Lancet transporte une charge explosive de 3 kg à 10 kg et peut atteindre les 300 km/h lorsqu'il touche sa cible. Pour Philippe Gros, "Ce ne sont plus les canons russes qui font le plus de dégâts, mais les Lancet." Moscou peut aussi compter sur le drone Shahed-136 fourni par ses alliés iraniens. De type similaire au Lancet, il est surtout destiné à détruire des cibles fixes et stratégiques grâce à sa portée de plus de 1 000 km. Mais

ces engins explosifs ont un point faible : le bruit de tondeuse à gazon qu'ils émettent quand ils sont en vol. Facilement repérables, les défenses ukrainiennes parviennent à en détruire un grand nombre, par exemple à l'aide des canons antiaériens Gepard. Les Switchblades fournis par les Américains permettent également de contre-attaquer et de détruire chars et équipements.

Le vrai haut de gamme, ce sont les drones Male (*Medium altitude long endurance*). Les Américains ont ainsi développé le modèle Reaper ("Faucheuse"), dont la France s'est dotée voici trois ans. Cet engin de 11 m de long, avec des ailes de 20 m d'envergure, cumule les atouts, comme les dévoile Benjamin*, pilote français de Reaper et chef de l'activité de la 33^e escadre : "Les Reaper et, par extension,

REDDITION PAR DRONE INTERPOSÉ

La vidéo intitulée "Watch a Russian Soldier Surrender to a Ukrainian Drone in Bakhmut" ("Regardez un soldat russe capituler devant un drone ukrainien à Bakhmout") a été publiée en mai dernier sur la page YouTube du *Walt Street Journal*. On y voit effectivement

un militaire russe, filmé par un drone ukrainien non loin de Bakhmout. Tandis que son unité semble avoir été décimée, le soldat erre dans les tranchées sous le feu ukrainien. Soudain, il se tourne vers le drone ennemi et lui adresse des signes en forme de croix, afin

de faire cesser les tirs. S'engage alors un échange entre l'homme et la machine, à l'issue duquel le militaire accepte de se rendre. Il finit par rejoindre les tranchées ukrainiennes, l'engin téléguidé lui montrant même le chemin à suivre sur le champ de bataille.

les Male, ont trois qualités. La persistance, la discrétion et la communication. Nous pouvons les piloter pendant près de 20 heures, en relayant les équipes. Comme nous avons pu le constater sur les théâtres d'opérations, les missions de surveillance s'effectuent sans que l'on nous voie ni que l'on nous entende. Enfin le lien avec la chaîne de commandement n'est jamais interrompu." Dans les faits, si le drone Reaper, conçu par General Atomics, est prévu pour fonctionner par équipes de deux personnes, la France a innové avec un équipage de quatre personnes. Le pilote, bien sûr, comme Benjamin : "Cela reste un avion !, dit-il. Il faut assurer la sécurité des autres appareils en vol à ses côtés, tout en conservant un œil sur la caméra afin d'aider au repérage." Avec lui se trouve l'opérateur capteur système-arme, qui met en œuvre les caméras, et le coordinateur tactique chargé d'apporter renseignements et analyses. "Enfin, précise

Benjamin, il y a les 'yeux d'or' capables de repérer des détails extrêmes, un peu comme les 'oreilles d'or' dans les sous-marins."

UN ESSAIM DE DRONES PILOTÉ PAR L'IA

Qu'il fonctionne avec deux ou quatre personnes, le Reaper est un modèle Male si performant qu'il attise convoitises et copies. "Ainsi la Chine a-t-elle produit le Cai Hong-4, dit 'Rainbow', commente Philippe Gros. Ces drones seront ensuite expédiés aux pays arabes, et ils se répandront alors partout." État islamique, Hezbollah, Turquie, Iran s'en dotent déjà.

Certains ingénieurs voient encore plus loin. Ils évoquent des "essaims" de drones pilotés par... l'intelligence artificielle ! "Nous n'en sommes qu'au début, reconnaît Jean-Baptiste*, architecte système défense de la Direction générale de l'armement (DGA). Il reste à définir le besoin réel." Sur le papier,



Les drones se jettent à l'eau

Début août, deux attaques nocturnes opérées coup sur coup en mer Noire marquent les esprits : d'abord le navire militaire russe *Olenegorskiy Gornyak*, durement frappé, puis le pétrolier *Sig*. Point commun : les deux bâtiments ont été assaillis par des drones marins, en l'occurrence de petits bateaux pilotés à distance et bourrés d'explosifs. Après les airs, les drones militaires vont-ils donc envahir les océans ? En tout cas, les états-majors occidentaux prennent la menace très au

sérieux. Le sabotage du gazoduc Nord Stream, en mer Baltique en 2022, par des engins de type et de nationalité officiellement inconnus, avait déjà prouvé la nécessité, pour les puissances maritimes, de s'équiper à minima d'outils de surveillance.

La marine française s'est ainsi dotée du Système de minidrones aériens embarqués (SMDM) : "cet engin catapulté depuis un bateau peut partir en reconnaissance, repérer un navire, puis revenir et être capturé à l'aide d'un filet", résume Éric*, directeur de projets drones à la Direction générale de

l'armement (DGA). Développée par Airbus Survey Copter, cette machine a déjà permis de retrouver un pétrolier menacé par des pirates en mer. Prochaine étape : le projet Sdam (Système de drone aérien pour la marine). Conçu par Airbus Helicopter & Naval Group, cet "hélicoptère dronisé sera capable de décoller d'un navire et d'y apponter même par mer agitée", souligne Jean-Baptiste*, architecte en défense à la DGA. "Une technologie, complète Éric, que seule la France est apte à produire actuellement." Cela tombe bien, car le pays dispose du

l'idée semble simple : créer un essaim d'une centaine de drones capables d'agir de façon coordonnée avec un objectif commun. Dans les faits, ce type d'opération a déjà été expérimenté par des civils. Ainsi a-t-on vu, lors de la dernière Fête du vin à Bordeaux, 500 drones formant une bouteille et son verre dans le ciel girondin.

Mais le projet d'un essaim militaire va plus loin : *"Il intègre l'IA par nature, souligne Jean-Baptiste, afin que chaque drone puisse communiquer avec les autres et reconnaître la position de chacun."* Faut-il alors imaginer des engins capables de désigner et d'atteindre une cible en parfaite autonomie ? *"Le militaire tient à conserver l'humain dans la boucle"*, assure l'expert. *"Un drone ne choisit pas tout seul sa cible, martèle Éric*, directeur de projets drones à la DGA. Nous luttons contre cette possibilité future."* Benoît Durieux va dans le

“ Au Haut-Karabagh, les drones pullulaient littéralement sur le champ de bataille ”

même sens : *"Des réflexions ont été menées sur les systèmes d'armes létaux autonomes (Sala), mais en France, nous tenons à ce qu'il y ait toujours un homme dans la boucle. La décision d'emploi des armes ne sera jamais prise par une IA."*

Trois experts et une même certitude... pour l'instant. Car si les progrès constants de l'IA le permettent, il est fort à parier que l'essaim de drones autonomes sera, un jour ou l'autre, testé sur le champ de bataille. ■

** Les prénoms ont été modifiés.*



deuxième territoire maritime au monde après les États-Unis, soit 11 millions de km²!

Quid de la surveillance sous-marine ? Pour repérer une éventuelle menace, l'armée française s'est équipée d'engins AUV (Autonomous underwater vehicles). Ce sont *"des drones autonomes bardés de capteurs et de caméras"*, révèle Stéphanie*, ingénieure des études et techniques de l'armement et managère maîtrise des fonds marins au sein de la DGA. *"En couvrant 25 km² par jour, ils permettent de surveiller les câbles de communications et de réseau internet, les pipelines et d'autres zones stratégiques."*

Les images de l'attaque ukrainienne en mer Noire le 4 août 2023 : un drone naval bourré d'explosifs aurait sévèrement endommagé un navire militaire russe.

Seul hic : ces engins ne peuvent pas transmettre leurs images en temps réel, ils doivent d'abord rentrer à bon port. Une fois les données reçues, il faut passer aux ROV (Remotely operated véhicules), *"des robots aux bras téléopérés"*, explique Stéphanie. Cette fois, un bateau et son équipage apportent le robot directement au-dessus de la zone ciblée pour le déposer au fond, tout en restant connecté par un "cordon ombilical". Les ROV peuvent être équipés de disques ou de lasers. Mais leur usage est limité par la profondeur : 2 000 m au maximum. Un chiffre qui devrait être augmenté

pour les prochaines générations. *"La stratégie affichée est d'atteindre une maîtrise permettant de descendre jusqu'à 6 000 m, soit 97 % du fond des océans"*, espère l'ingénieure de la DGA. En attendant, la France peut compter sur d'autres alliés plus scientifiques, tels que l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer, dont le ROV "Victor 6000" est déjà capable de descendre à de telles profondeurs. C'est lui qui, très récemment, a été utilisé pour retrouver l'épave du sous-marin privé Titan, qui a imploré non loin du Titanic.

** Les prénoms ont été modifiés.*



© MADELEINE KELLY/SOPA IMAGES / ZUMA PRESS WIRE/RÉA

Décembre 2022, la ville de Bakhmout est le théâtre de violents affrontements. Les yeux rivés sur son écran, Leonid, opérateur de drone d'observation ukrainien, corrige les tirs d'artillerie.

Les pilotes de drones sont-ils des tueurs comme les autres ?

Comment font ces pilotes d'un genre très spécial pour combattre ainsi à distance ? Dans le civil, leurs missions accomplies sans péril et sans gloire créent parfois le malaise. Qu'en est-il sur le terrain ? PAR LISE GOUGIS

S Se battre à l'abri d'un écran d'ordinateur, depuis une station de contrôle, en pressant un bouton pour abattre sa cible située à des milliers de kilomètres... est-ce vraiment faire la guerre ? *"Il y a cette idée de 'tampon moral', selon laquelle la distance entre l'opérateur et la personne ciblée faciliterait le passage à la violence en diminuant la conscience de l'acte de tuer"*, analyse Amélie Ferey, chercheuse à l'Institut français des relations internationales (Ifri).

Tels des robots, les pilotes de drones armés n'auraient donc pas d'état d'âme, comme s'ils étaient dans un jeu vidéo ? *"Cet argument a été très utilisé par les critiques de la guerre contre le terrorisme menée par les États-Unis [en réplique aux attentats du*

11 septembre 2001, NDLR], dont le drone est devenu le symbole", avance la chercheuse.

Cette idée a été renforcée par le fait que l'Agence centrale de renseignement américaine (CIA), qui dispose de sa propre flotte de drones pour mener des missions clandestines, recrute des pilotes parmi les civils et notamment les "gamers". Au sein de l'armée, au contraire, les pilotes suivent le même cursus que n'importe quel soldat avant d'être affectés en fonction de leurs aptitudes. *"Il n'est pas rare que des pilotes de chasse deviennent des pilotes de drones, quand ils n'ont plus les capacités physiques pour voler"*, note la spécialiste.

Mais cette prétendue absence d'état d'âme est fautive. Au début des années 2010, une décennie après le lancement du programme



Un jeune yéménite passe devant une peinture murale représentant un drone américain. L'inscription "Pourquoi avez-vous tué ma famille?" fait référence à l'attaque d'un convoi de mariage en 2013. À droite, séance d'entraînement pour un pilote de drone américain.

de frappes par la CIA, plusieurs études font le même constat : les pilotes de drones peuvent souffrir de stress post-traumatique (SPT). Troubles du sommeil, sentiments d'angoisse, dépression... Ils sont près de 4 % à présenter ces symptômes, contre moins de 1 % des pilotes de chasse. Même s'il reste inférieur à la proportion de soldats d'infanterie touchés (environ 15 %), ce chiffre a de quoi interpeller : comment les pilotes de drones peuvent-ils être atteints de SPT sans être directement exposés au combat et au danger ?

AUCUN SAS DE DÉCOMPRESSION

L'une des raisons invoquées par les principaux intéressés est l'étrange proximité qui s'installe entre le pilote et sa cible : au quotidien, le premier observe les moindres faits et gestes du second à travers les caméras de son drone... jusqu'à ce qu'il reçoive l'ordre de l'abattre. "Nous observons des hommes pendant des mois, nous les voyons jouer avec leurs chiens, étendre leur linge. Nous connaissons leurs habitudes comme s'il s'agissait de nos voisins. Avec le drone, la guerre a quelque chose de personnel", témoignait William Tart, ancien pilote de drone, à l'hebdomadaire allemand *Der Spiegel* en 2013.

Les pilotes sont également perturbés par l'absence de frontière entre la vie civile et le théâtre d'opérations. Ils n'ont aucun sas de décompression. "Ils peuvent passer la journée à abattre des cibles avant de pointer pour rentrer chez eux, embrasser leur épouse, regarder une série ou jouer avec leurs enfants. Cela crée un gros décalage qui peut être très déstabilisant", remarque Christopher Ferguson, professeur de psychologie à l'université Stetson (Floride, États-Unis). C'est ce qui ressort du récit de Michael Haas, ancien pilote, publié dans le magazine *Rolling Stone* en 2016 : "Un des aspects les plus bizarres, lorsque l'on pilote un drone, est que l'on est, d'une certaine manière, à deux endroits en même temps [...]. Il est tout à fait possible de passer de tuer des gens sur le terrain en Afghanistan à acheter du papier toilette à Costco" [une entreprise américaine de grande distribution, NDLR].

Confinés derrière leur écran, les opérateurs de drones auraient plus de mal à accepter la violence et le meurtre que s'ils étaient réellement en train de se battre sur le champ de



bataille. D'autant plus qu'ils n'ont pas droit à la même considération que les soldats qui vont sur le terrain. *“Les pilotes de chasse évoquent une image positive : ils sont considérés comme les chevaliers du ciel”*, décrypte Amélie Ferey.

SYMPTÔMES DE BURN OUT

“Les pilotes de drones, eux, sont assez mal vus au sein de l'armée. On considère qu'ils ont une mentalité de planqués. Ils ont donc

“ Il y aurait un ‘tampon moral’, une distance entre l'opérateur et la personne ciblée, qui faciliterait le passage à la violence ”

beaucoup plus de mal à trouver un sens à ce qu'ils font. En fait, cela s'apparente à des symptômes de burn out”. Pour lutter contre ce décalage, l'armée a tenté de prendre des mesures, comme imposer le port d'un uniforme de vol aux opérateurs – une manière de les plonger dans l'expérience du combat et de les réconcilier avec l'acte de tuer. *“L'armée a fait des efforts dans la prise en charge de ces états de stress post-traumatique, estime Christopher Ferguson. Mais elle n'apprécie pas les démonstrations de fragilité et, en définitive, de nombreux soldats renoncent à demander de l'aide.”*

En 2013, Leon Panetta, alors secrétaire à la défense américain, a voulu y remédier en créant une médaille spéciale pour les pilotes de drones. Mais cette initiative a irrité certains anciens combattants, qui ont dénoncé une décoration destinée à des militaires ne mettant pas leur vie en jeu. Résultat, le projet a été abandonné. Et le malaise court toujours. ■

LES FRANÇAIS S'Y METTENT AUSSI

Paris a longtemps hésité à armer ses drones. On craignait qu'ils soient mal acceptés par l'opinion publique, d'autant que les drones américains ont souvent fait des victimes collatérales parmi les populations civiles. *“Les pilotes des avions de chasse n'en voyaient pas l'utilité, souligne Amélie Ferey (Ifri). Et puis on attendait aussi d'avoir un drone européen.”* Devant la lenteur du programme Eurodrone (il ne sera prêt qu'en 2028), Florence Parly, alors ministre des Armées, a finalement tranché en 2017, suite

aux attentats de Paris et de Nice. C'est elle qui a autorisé l'armement des six drones Reaper acquis auprès des Américains. Ceux-ci ont été déployés pour la première fois en décembre 2019 dans le cadre de l'opération Barkhane, au Sahel, pour y traquer les djihadistes. En 2020, ils ont assuré 58 % des frappes aériennes contre les terroristes. *“Conformément au droit de la guerre, nous ne les utilisons que sur les théâtres d'opérations extérieurs où l'armée est déployée”*, souligne Amélie Ferey. Les

États-Unis ont interprété ce droit de façon beaucoup plus souple : *“ils affirment que le champ de bataille se déplace avec le corps du terroriste !”* Mais pour la France aussi, la tendance est à la multiplication des missions. Si, au départ, notre armée confiait les manettes de ses drones à d'anciens pilotes de chasse, elle a créé en 2019 une filière de formation spécialisée, à l'image des filières chasse ou hélicoptère, pour faire face à la hausse rapide du nombre de drones, qui devrait atteindre 24 d'ici à 2030.

Le Dniepr, labo de guerre grandeur nature

Le conflit ukrainien s'est vite transformé en champ de bataille international : venus du monde entier, avions, batteries ou chars d'assaut s'y affrontent sans merci. Certains sont des prototypes... quand d'autres semblent tirés des musées !

PARADRIEN DENÈLE



Des volontaires nettoient les décombres d'un immeuble résidentiel détruit à Borodianka. Cette ville au nord de Kiev a subi les premiers assauts des tanks russes, en février 2022, puis des frappes aériennes, début mars. Le nombre de morts dépasserait ici celui de Boutcha, selon Volodymyr Zelensky.

Russie contre Ukraine, Goliath contre David. Du moins, c'est ce que l'on croyait. Voilà deux ans, on décrivait l'armée russe comme l'une des plus technologiques au monde. Pour nous en convaincre, Moscou, en digne héritière de l'URSS, avait mis le paquet : shows médiatiques, avions dernier cri, missiles hypersoniques, hackers invincibles... C'était oublier un peu vite que l'Ukraine, elle aussi, avait de qui tenir. Résultat, les Russes se sont heurtés à un mur. Cette résistance doit beaucoup au peuple ukrainien. Mais, dès les premières semaines du conflit, Kiev a bénéficié de l'aide massive des Occidentaux. À commencer par le renseignement : l'Ukraine peut compter sur la technologie américaine, celle des drones, des avions et des satellites, qui permet de désigner les cibles adverses avec un maximum de précision. En face, la Russie *"manque de renseignement"*, constate Philippe Gros, maître de recherche à la Fondation pour la recherche stratégique. *"Ils ne peuvent frapper que des cibles fixes, aux coordonnées connues, ce qui limite leur efficacité. La Russie comptait en finir vite, sans grands combats... mais ses blindés et son artillerie ont subi des pertes colossales."*

Les deux armées, ou plutôt les deux blocs s'affrontent par équipements interposés. *"Cette guerre est une machine à dévorer du matériel"*, rapporte Philippe Gros. Les technologies modernes y pèsent de tout leur poids : les satellites Starlink sont utilisés par les armées pour coordonner leurs attaques, les missiles haut de gamme pilonnent les unités et les villes, des flottes de drones colonisent le ciel. Mais les anciens modèles y figurent en plus grand nombre encore. Des tanks vieillots, des *"orgues de Staline"*... À regarder l'ensemble du tableau, la guerre aux abords du fleuve Dniepr prend à certains moments des airs de musée. *"N'oublions pas la logistique, comme les camions de transports, trop souvent négligée"*, souligne l'expert. Cette bonne vieille logistique ! Les canons, les batteries, les munitions, les camions... On se croirait parfois revenu des décennies en arrière. Si bien que l'on est tenté de se poser la question : à l'Est, quoi de nouveau ? ■

SUR TERRE, DES CHARS POST-SOVIÉTIQUES DANS LES DEUX CAMPS

À l'occasion de la commémoration de la victoire contre l'Allemagne nazie, le 9 mai 2023, la parade militaire russe a frappé les esprits : on y a vu défiler un seul modèle de tank, le T-34. L'artisan du succès soviétique sur le Reich, certes, mais un char vieux de 80 ans ! De quoi froisser l'image "technologique" mise en avant par Moscou ! La question, c'est... où sont les autres ? Le T-72, modèle phare russe, est soumis à rude épreuve en Ukraine. Il est progressivement remplacé par des engins déstockés, les T-80BV, T-62 ainsi que des T-90. La version améliorée du T-72, le T-80, a lui aussi bien souffert. Conçu durant les années 1970 pour servir dans un éventuel conflit en Europe, ce char s'était pourtant

illustré pendant la première guerre de Tchétchénie... Mais son ultime avatar, le modèle T-80UM2 – un T-80 amélioré, avec un meilleur châssis et des tourelles dotées de protections renforcées –, n'a pas passé la barre de "l'Opération spéciale" : c'est le seul prototype opérationnel à avoir été détruit au sein d'une colonne de tanks russes dès le 17 mars 2022. Au début du conflit, personne n'aurait misé sur l'Ukraine et ses 900 tanks face à "l'armada de chars" russe – entre 1 200 et 1 600 engins envoyés au premier jour, sur 3 300 unités. Mais les combats ont entraîné la destruction de près de 2 200 engins russes. Beaucoup ont été la cible de drones visant la partie supérieure du char, généralement moins blindée. De son

côté, l'Ukraine aurait perdu 595 tanks (chiffres au 2 août 2023). Les deux États sont désormais à égalité, environ 1 500 unités, l'Ukraine ayant bénéficié du soutien occidental. La bataille fait rage entre tanks cousins, car les T-80 et T-64 Bulat ou BV/BM de l'Ukraine sont de la même famille que les chars russes. Kiev possède également le modèle T-84 Oplot, lui aussi basé sur le T-80 russe – sa création remonte à 1994, trois ans après l'indépendance de l'Ukraine. Il est doté d'un canon de 120 mm, pèse 46 t et peut rouler jusqu'à 70 km/h... Pour contenir le choc russe, l'Ukraine a pu s'appuyer sur ses alliés occidentaux et leurs Leopard 2, Challenger 2 et M1 Abrams, trois modèles qui concilient les trois paramètres indépensables

Le tank russe T-90M est la version moderne du T-90. Il est plus maniable et équipé, entre autres, d'un canon de 125 mm et d'un contrôle de tir numérique automatisé.



du char de combat : mobilité, défense et puissance de feu. Le Leopard 2 (Allemagne) est considéré comme l'un des meilleurs tanks du monde, même s'il n'est plus tout jeune (il date des années 1970). Doté d'une autonomie de 450 km, il atteint la vitesse de 70 km/h et possède un canon de 120 mm. Le Challenger 2 (Angleterre), 64t avec un canon de 120 mm pour une vitesse de 59 km/h, est plus récent : en production depuis 1994, il a été utilisé en Bosnie, au Kosovo et en Irak. Le M1 Abrams (États-Unis) est comparable au Leopard 2, mais il consomme beaucoup de carburant.



Volodymyr Zelensky examine l'avion de combat F-16 lors d'une visite officielle en août au Danemark, pays qui s'est engagé à en livrer à l'Ukraine.

DANS LES AIRS, MIG ET KAMOV RUSSES AU DÉFI DES F-16

À Kiev, le F-16 est attendu comme le sauveur ! Le Danemark et les Pays-Bas viennent de s'engager à fournir 61 exemplaires du célèbre avion américain dans les prochains mois. En attendant, l'Ukraine est en position nettement défavorable sur le plan aérien. Au début du conflit, on estimait à 1 contre 10 le rapport entre son aviation et celle des Russes ! Cette dernière ne comprenait-elle pas des centaines de MiG et de Soukhoï (Su) ? Pourtant l'Ukraine a repoussé l'assaut et les avions russes sont bel et bien tombés du ciel. Les MiG-29 et Su-25 et -27 ukrainiens ont tenu tête aux versions russes plus modernes des MiG-29, -31 et -35, et des Su-27, -30 et -35. *“Les pertes russes sont avant tout dues à la défense sol-air, nuance Philippe Gros, mais elles poussent Moscou à restreindre la présence de ses appareils dans l'espace aérien ukrainien.”* Le combat est vital pour protéger le front, mais aussi les

villes, cibles des bombardements opérés par les Soukhoï Su-34 ou les Tupolev (Tu-160) russes. Les duels aériens ne sont pas limités aux avions : il faut y ajouter les combats en hélicoptères. L'Ukraine dispose ainsi des imposants lanceurs de missiles Mi-24 (du constructeur russe Mil), de la gamme plus légère de Mi-2, de la gamme intermédiaire Mi-8 à -17 et des hélicoptères légers Mi-2. En face, la Russie compte les plus récents modèles Mi-24 à -35, et surtout le Ka-52. Surnommé *“Alligator”*, cet hélicoptère d'attaque du constructeur Kamov est capable d'anéantir à lui seul une colonne de chars. Le rapport reste donc défavorable pour l'Ukraine. *“Oui, mais pas catastrophique, estime Philippe Gros. Si les avions et hélicoptères des deux camps mènent des actions d'appui aérien des forces au sol, celles-ci restent limitées du fait des défenses sol-air adverses. Les Russes ne sont pas parvenus à obtenir la supériorité aérienne.”*



Un lance-roquettes multiple "Ouragan", russe, déployé en Ukraine.



ROQUETTES ET MISSILES POUR DESTIRS DE HAUTE PRÉCISION

Ils constituent l'autre composante de l'artillerie : ce sont les lance-roquettes multiples et les systèmes de missiles sol-sol. Très mobiles, ils permettent d'infliger des destructions sur des zones plus étendues que les canons. Couplés aux systèmes les plus modernes et au renseignement adéquat, notamment grâce aux drones, ils atteignent avec précision des cibles situées à des distances plus importantes : ils peuvent ainsi frapper à 70 km avec une précision remarquable. La Russie emploie plusieurs centaines de lance-roquettes multiples Grad, successeurs des lance-roquettes de type "orgues de Staline" comme les Katioucha. Elle utilise également le BM-27 Ouragan (ou Uragan). Celui-ci peut lancer 16 roquettes de 220 mm en 20 secondes seulement... de quoi ravager une colonne de chars par exemple. Pour la frappe de plus longue portée, l'Iskander, un lance-missiles imposant, est capable d'atteindre une cible à plus de 500 km. Seul hic : la plupart de ses munitions ont déjà été utilisées ! Les Russes continuent en revanche de tirer des missiles Kalibr,

Kinjal ou Oniks, complétés par les drones Shahed. Le Kinjal est un véritable mythe : présenté par Vladimir Poutine comme la dernière innovation russe, ce missile "hypersonique", capable de dépasser Mach 5 – cinq fois la vitesse du son –, est décrit comme "invincible." Sauf qu'en mai 2023, Kiev annonce avoir abattu avec succès plusieurs de ces Kinjal à l'aide des systèmes de défense Patriot américains. Explication de Philippe Gros : *"Le Kinjal ne serait plus en vitesse hypersonique au moment de sa phase de vol terminal, ce qui peut permettre de l'abattre."* En face, l'Ukraine riposte à l'aide de Grad et d'Ouragan couplés à des lance-roquettes M270 ou BM-30, et possède un lance-missiles Tochka-U de 120 km de portée. L'aide occidentale est essentielle pour rééquilibrer la balance *"et fournit même clairement l'ascendant aux Ukrainiens"*, ajoute Philippe Gros, avec l'introduction des lanceurs de missiles Himars américains. Ils sont capables de lancer six roquettes à la fois, ou un seul missile tactique. Début août, une simple frappe de Himars aurait anéanti une centaine de soldats russes sur l'île de Dzharylhach.

La France a envoyé à l'Ukraine trente canons Caesar (pour Canon équipé d'un système d'artillerie) comme celui-ci.



SUR LE FRONT, L'ARTILLERIE LOURDE PILONNE LES TRANCHÉES

"Dès l'automne, le tiers des canons donnés à l'Ukraine était hors d'état!" Philippe Gros résume le problème de l'usure opérationnelle, inhérent à l'ensemble des équipements, en particulier aux pièces d'artillerie, même les plus modernes. Cette usure est encore plus problématique du côté russe. *"Au bout de 2 000 coups, bon nombre de tubes d'artillerie sont considérés comme usés. Au-delà, ils perdent en précision, et à terme peuvent même exploser..."* Pour le chercheur, trois canons sont représentatifs des moyens utilisés sur le champ de bataille. Côté russe, le canon automoteur MSTA 2S19 est le plus moderne, *"mais les Russes n'en ont jamais eu assez"*, précise-t-il. L'usure

opérationnelle et les destructions ont amené les troupes de Poutine à avoir recours à des mortiers lourds et des canons tractés 2165 MST-A-B. Six tonnes de métal, capables d'envoyer cinq ou six obus par minute, jusqu'à 29 km. Une pièce issue des années 1970, l'époque de l'URSS, et donc bien connue de l'Ukraine. Nécessaire pour détruire les défenses adverses lors d'une guerre de tranchées, l'artillerie a été fortement mobilisée par la Russie: les MST-A-B pour la moyenne portée, accompagnés de centaines de MT-12 Rapira et du modèle sur chenilles 2S3 Akatsiya pour des portées courtes (quelques kilomètres). Sans oublier le fer de lance russe, le 2S7 Pion, canon automoteur le plus lourd

du monde, capable de tirer à environ 40 km. Un équipement certes daté des années 1970, mais aligné en nombre pour écraser les défenses ukrainiennes. De son côté, Kiev, dépassé d'un facteur de 1 à 3 aux débuts du conflit, a bénéficié de l'aide internationale et de la technologie de pointe occidentale. La France y joue sans doute sa meilleure carte, avec la quinzaine de canons mobiles Caesar. En production depuis 2004, celui-ci est considéré comme l'un des meilleurs au monde: il est capable de tirer à longue distance (de 42 km à 50 km) avec précision, grâce à ses systèmes de navigation embarqués. Sa cadence de tir est en outre très rapide. Les États-Unis, eux, ont envoyé plus d'une centaine de canons M777, disposant d'une portée de 20 km à 40 km. Toutefois, le nerf de la guerre, pour l'artillerie, c'est le volume de munitions disponibles. Or, selon Philippe Gros, *"Ces stocks sont dans un état critique, tant chez les Russes que chez les Américains. D'où le recours aux obus à sous-munitions."*



DÉFENSE ANTIAÉRIENNE, LE GRAND RENOUVEAU

L'envoi massif de drones, missiles, obus et avions force chaque belligérant à se doter de systèmes de défense aériens efficaces. Philippe Gros constate *"leur remontée en puissance: pendant longtemps, le ciel était occidental, il y avait donc peu de besoins de défenses antiaériennes conséquentes"*. Le conflit relance l'industrie et stimule la création de nouvelles armes. Les Russes emploient leurs Pantsir et Tor, lanceurs de missiles sol-air de courte portée, auxquels s'ajoutent les Buk de moyenne portée et les S-300

et S-400 de longue portée. En face, *"les Ukrainiens ont une défense très compétente, mais des ressources plus réduites, explique Philippe Gros. Ils bénéficient là encore de l'aide occidentale"*. Les États-Unis ont ainsi fourni leurs Patriot (MIM-104), des missiles sol-air de moyenne portée, très utiles en tant qu'antimissiles. Face à l'arrivée massive de drones kamikazes russes ou iraniens, *"on a réintroduit les canons antiaériens allemands Flakpanzer Gepard"*, pourtant considérés comme obsolètes depuis la fin des années 2000.

L'utilisation de ces engins mobiles conçus il y a un demi-siècle relève d'une contre-mesure à bas coût, dans l'attente de canons antidrones plus modernes. À l'avenir, les militaires parient sur de nouvelles technologies, *"comme les armes à énergies dirigées, selon Philippe Gros. Elles comprennent les lasers, mais aussi les armes électromagnétiques de forte puissance, qui peuvent générer des surtensions électriques dans les circuits de la cible. Ces armes seront critiques pour la lutte antidrone. Mais elles ne sont pas encore opérationnelles pour l'Ukraine"*.

Le système de missiles antiaériens Tor-M2U des forces armées russes, positionné sur les lieux stratégiques à défendre, est conçu pour abattre des drones ou des hélicoptères.



Le radar de contre-batterie AN/TPQ-50 peut détecter les tirs de roquettes, d'artillerie ou de mortier.



CONTRE-BATTERIES ET BROUILLEURS RADARS HIGH-TECH

La "guerre électronique" se joue sur le front électromagnétique. Des deux côtés, on fait usage de brouilleurs radars pour affecter les transmissions adverses. La Russie est équipée de brouilleurs de type R-330ZH Zhitel, qui bloquent ou dérangent les communications par satellites, et donc les systèmes de GPS ou de téléphonie. La technologie américaine offre à l'Ukraine des brouilleurs radars de pointe et les missiles de type AGM-88 HARM, capables de cibler les radars ennemis. Les belligérants se servent également de radars de contre-batterie pour déterminer la position d'un matériel lanceur de missiles. Les Russes engagent le Zoopark-1M, dont la portée de détection de l'artillerie est d'environ 20 km, et jusqu'à 40 km pour les missiles. Les Ukrainiens disposent pour leur part de l'AN/TPQ-50, qui peut analyser les trajectoires des tirs d'artillerie ou de grenades sur des portées de 15 km avec une précision à 50 m.

Sommes-nous entrés dans l'ère du guerrier connecté ?

En Ukraine, les troupes au sol jouent un rôle de premier plan. Plus d'un demi-million d'hommes seraient mobilisés sur le front. Le conflit nous envoie l'image d'unités aussi mobiles qu'ultraconnectées, surtout du côté ukrainien. Qu'en est-il en réalité ? PAR ADRIEN DENÈLE

Souvenez-vous, c'était il y a vingt ans. Les États-Unis envahissaient l'Afghanistan. Les GI patrouillaient dans les rues de Kaboul, harnachés comme des Iron Man : certains portaient jusqu'à 30 kg d'équipement individuel. Des armes bien sûr, mais aussi de solides protections, casques et gilets en Kevlar, visières à vision infrarouge, kit de survie... Des soldats bardés de technologie, quasi impossibles à tuer. Et pourtant ! 2 400 d'entre eux trouveront la mort en Afghanistan. À l'époque, *"les soldats américains se sont alourdis comme des Tortues Ninja"*, assène Philippe Gros, maître de recherches à la Fondation pour la recherche stratégique. *"L'équipement de survie ou les batteries pour les communications ont lourdement réduit la manœuvrabilité des GI"*. Or, ils ont dû faire face à une guérilla urbaine, dont les combattants sont certes

fragiles, mais bien plus légers, et donc plus rapides que les soldats occidentaux, *"lesquels, par leur lenteur, finissent par attirer sur eux le feu adverse"*.

Rien de comparable dans le conflit ukrainien, où le combattant semble allier équipement high-tech et légèreté. Les soldats de 2023 auraient-ils tiré des leçons des conflits précédents ? *"La tendance des dernières années est un allègement rationnel du dispositif"*, confirme Philippe Gros. Et une optimisation des nouvelles technologies. Celles-ci permettent désormais à chaque soldat de rester "connecté" – à son commandement, à ses pairs, au monde entier – sans pour autant ralentir son action. Première innovation essentielle : la géolocalisation des hommes et des véhicules grâce aux systèmes GPS. *"C'est une nouveauté majeure"*, estime le général de corps d'armée Benoît Durieux, directeur de l'Institut des hautes études de défense



Un volontaire français, incorporé dans la 5^e brigade d'assaut de l'armée de terre ukrainienne, est équipé d'une caméra GoPro.



nationale. *“Cela permet à chaque micro-unité de savoir où sont toutes les unités amies autour d'elle.”* Le tout, couplé à la numérisation du champ de bataille, *“offre de nouvelles opportunités tactiques, et la capacité de réarticuler rapidement les unités”*.

PROPAGANDE À PLEIN RÉGIME

En parallèle, *“le système de communication est descendu progressivement au sein de la hiérarchie, comme l'explique Benoît Durieux. On passe des ordres donnés uniquement au capitaine, au lieutenant, puis au sergent. Désormais, chaque soldat peut communiquer avec un autre 100 m plus loin. Il n'y a presque plus aucun soldat seul, sans aucun système de communication par radio”*. Là réside la véritable nouveauté technologique du conflit ukrainien : tout le monde peut rester relié via Starlink, internet et les réseaux sociaux. *“En Ukraine, les citoyens comme les soldats se servent d'applications en libre accès, comme celles sur l'Apple Store”*, constate le général. On les utilise pour communiquer entre unités, mais aussi conserver un lien avec la population civile. Conséquence : photos et vidéos des combats sont partout, de TikTok à Facebook ou Snapchat. La propagande tourne à plein régime – malgré les failles évidentes de vérification des informations.

Si la présence médiatique du soldat a explosé, sa puissance de feu, en revanche, n'a guère augmenté... avec une exception, de taille il est vrai : les Manpads (*Man-portable air-defense system*). Ces systèmes légers de défense antiaérienne, fournis par l'Angleterre et les États-Unis, font un tabac. Ce sont eux qui permettent aux soldats de Kiev d'abattre les hélicoptères et avions russes et d'empêcher ainsi Moscou d'établir sa domination

“ On assiste au retour des infanteries et des tranchées ”



“ Il n’y a presque plus aucun soldat seul, sans aucun système de communication par radio ”

Un soldat de la 28^e brigade mécanisée ukrainienne est mobilisé près de Kurdiuvivka sur le flanc sud de Bakhmout où cette unité d’infanterie a essuyé de nombreuses pertes.

sur les cieux ukrainiens. De quoi s’agit-il ? De lance-roquettes portatifs, utilisés en binôme afin de viser des cibles à courte et moyenne portée. Les Américains fournissent à l’Ukraine le modèle FIM-92 Stinger ainsi que le lance-missiles antichar Javelin. Les Russes ont leur Strela, les Polonais leur Piorun (“coup de foudre”). Les Français apportent le récent Mistral. Seul hic : le coût unitaire des munitions, 50 000 dollars en moyenne et jusqu’à 300 000 dollars pour le Mistral, ce qui limite leur usage.

UNE GUERRE RUSTIQUE

Autre innovation technologique, un équipement qui, à la base, n’est pas une arme, mais un outil de surveillance : le drone. De l’Arménie à l’Ukraine, son développement est tout simplement fulgurant. “Il est employé au niveau des unités de combat terrestres”, commente Philippe Gros. Les fantassins qui les déploient disposent d’un retour caméra via une petite tablette et peuvent même zoomer sur des points précis. Ainsi, “on peut envoyer des microdrones en éclaireur afin de voir ce qui se cache derrière un bâtiment ou une colline”, explique un directeur des programmes de drones à la

Direction générale de l’armement (DGA). Cette dernière en possède quelques centaines. Des quadrirotors NX-70 et des Anafi aussi petits que légers : “Ils tiennent dans la main !”, précise le directeur. Principal atout : la discrétion : “Ils sont très silencieux ! Même à quelques dizaines de mètres, vous ne les remarqueriez pas”, ajoute-t-il.

Mais si l’on veut bien oublier les drones, les Manpads et internet, la guerre entre l’Ukraine et la Russie se caractérise avant tout par... sa rusticité. “Si vous aviez demandé aux experts à quoi ressemblerait le conflit ukrainien quelques mois avant qu’il ne démarre, personne ne vous aurait décrit la situation actuelle !”, commente le général Durieux. On s’attendait à un ‘Pearl Harbor informatique’, avec des attaques cyber en tous sens, accompagnées de conflits rapides à l’aide de forces spéciales, comme lors de la guerre en Crimée...” Or ce n’est pas du tout ce qui s’est passé : “l’attaque cyber n’a pas paralysé l’appareil ukrainien, et l’action des forces spéciales n’a pas été décisive”, souligne le militaire. À la place, “on assiste au retour des infanteries, des chars, des tranchées, avec des conflits qui s’embourbent et s’éternisent”. Bref, une sorte de réplique de la Première Guerre mondiale, à une échelle plus réduite, certes... mais tout aussi dramatique pour le soldat, qu’il soit connecté ou pas. ■

ABONNEZ-VOUS À SCIENCE & VIE

ET PROFITEZ DE TOUS VOS ACCÈS ET PRIVILÈGES ABONNÉS

12 numéros par an

Un accès exclusif et illimité
au site et à l'appli



- ✓ Consultez plus de 15 ans d'archives
- ✓ Plus de 50 contenus exclusifs par semaine
- ✓ **SCIENCE&VIE TV** le replay et le streaming
- ✓ Inscription gratuite aux événements en visioconférence
- ✓ Retrouvez le magazine et ses hors-séries thématiques en version numérique à consulter sur Kiosquemag.com



L'OFFRE 1 AN
65€90
seulement
au lieu de ~~107€17*~~

SCIENCE&VIE LA RÉFÉRENCE

BULLETIN D'ABONNEMENT Complétez le formulaire et le retourner sous enveloppe affranchie à : Science et Vie Abonnements - 59898 Lille cedex 9

1 Je choisis mon offre d'abonnement et mon mode de paiement :

M030 # D1510767

L'OFFRE 1 AN - 12 N° par an ⁽¹⁾ **-38%**
65,90€/an + l'accès au site
Science & Vie (dont TV) au lieu de 107,17€*
 mon abonnement se renouvellera automatiquement à date anniversaire sauf résiliation de ma part.
 Je remplis le mandat ci-dessous accompagné de mon RIB ou je joins un chèque (sans scotch ni agrafe)
 à l'ordre de Science & Vie. 1 | 1

L'OFFRE LIBERTÉ - 1 N° tous les mois ⁽²⁾ **-38%**
5,50€/mois + l'accès au site
Science & Vie (dont TV) au lieu de 8,93€
 Je remplis le mandat ci-dessous accompagné de mon RIB.
 Après la première année, je serai prélevé de 6,90€. 1 | 2

Je complète l'IBAN ci-dessous à l'aide de mon Relevé d'identité Bancaire (R.I.B)

IBAN :

Vous autorisez Reworld Media Magazines à envoyer des instructions à votre banque pour débiter votre compte, et votre banque à débiter votre compte conformément aux instructions de Reworld Media Magazines.
 Créancier : Reworld Media Magazines, 40 Avenue Aristide Briand, 92220 Bagneux France.

Identifiant du créancier : FR 05 ZZZ 489479.

Date :

Signature obligatoire :

Plus rapide, simple et 100% sécurisé !

scannez le QR code
ou rendez-vous sur
bit.ly/promo-page-svhs-310



Disponible sur
kiosquemag.com

2 J'indique les coordonnées du bénéficiaire de l'abonnement (** à remplir obligatoirement)

Nom** Prénom**

Adresse**

CP** Ville**

Tél. (portable de préférence) (Envoi d'un SMS en cas de problème de livraison)

Email

(Utile pour accéder à votre magazine en numérique et à votre espace client sur Kiosquemag.com, et gérer votre abonnement)

Date de naissance (pour fêter votre anniversaire)

- Je ne souhaite pas recevoir les offres Privilège Science&Vie et Kiosquemag sur des produits et services similaires à ma commande. Dommage!
- Je ne souhaite pas que mes coordonnées postales et mon téléphone soient communiqués à des partenaires pour recevoir leurs bons plans. Dommage!

Le prix de référence à l'année se compose du prix kiosque (58,80€), des frais de port (6,97€). (2) Offre sans engagement : je peux résilier à tout moment sur simple appel ou par courrier au service client. Après 1 an, je serai prélevé de 6,90€ par mois. (1) Offre avec engagement : abonnement annuel automatiquement reconduit à date d'anniversaire. Le règlement s'effectue en une seule fois. Vous serez informé par écrit dans un délai de 3 mois avant le renouvellement de votre abonnement. Vous aurez la possibilité de l'annuler 30 jours avant la date de reconduction auprès du service client. A défaut l'abonnement sera reconduit pour une durée identique à votre abonnement initial. Pour toute autre information, vous pouvez consulter nos CGV sur kiosquemag.com et contacter le service client par mail sur serviceabommag.fr ou encore par courrier à Reworld Media Magazines - Service Client - 40 avenue Aristide Briand - 92227 Bagneux. Offre réservée aux nouveaux abonnés en France Métropolitaine valable jusqu'au 31/01/2024. DOM-TOM et autres pays nous consulter. Vous disposez, conformément à l'article L. 221-18 du code de la consommation, d'un droit de rétractation de 14 jours à compter de la réception du magazine en notifiant clairement votre décision à notre service abonnement. Les informations demandées sont destinées à la société REWORLD MEDIA MAGAZINES (KiosqueMag) à des fins de traitement et de gestion de votre commande, de la relation client, des réclamations, de réalisation d'études et de statistiques et, sous réserve de vos choix, de communication marketing par KiosqueMag et/ou ses partenaires par courrier, téléphone et courrier électronique. Vous bénéficiez d'un droit d'accès, rectification, d'effacement de vos données ainsi que d'un droit d'opposition en écrivant à RMM-DPD, c/o service juridique, 40 avenue Aristide Briand - 92220 Bagneux, ou par mail à dpd@reworldmedia.com. Vous pouvez introduire une réclamation auprès de la CNIL - www.cnil.fr. Pour en savoir plus sur la gestion de vos données personnelles, vos droits et nos partenaires, consultez notre politique de Confidentialité sur www.kiosquemag.com.



CONVAINCRE

A person wearing a dark hoodie is seen from behind, sitting at a desk in a server room. The desk is cluttered with several computer monitors. One monitor on the left shows a glowing orange hexagonal shape. The other monitors display various data and code. The room is filled with server racks and a dense network of cables, illuminated by blue and red lights.

En février 2023, Evgueni Prigojine, patron du groupe paramilitaire Wagner, aujourd'hui décédé, reconnaissait avoir créé une "ferme à trolls", officine rassemblant des hackers pro-Kremlin. Image générée par un logiciel d'I.A.



Propagande, le portfolio

La guerre, ce sont aussi ces images ou vidéos chocs que nous découvrons, sidérés, sur nos téléphones portables. Sont-elles vraies ou *fakes*? Notre sélection et nos explications. PAR RIVA BRINET-SPIESSER





FAUX



Boom 006

< PREMIÈRES IMAGES DU CONFLIT
 Dans la soirée du 24 février 2022, un internaute affirme détenir les premiers clichés de la guerre avec cette photo de tirs en rafale en pleine nuit (à droite). Or, il s'agit d'une image détournée du jeu hyperréaliste et facilement personnalisable *Arma III* (à gauche).



VRAI

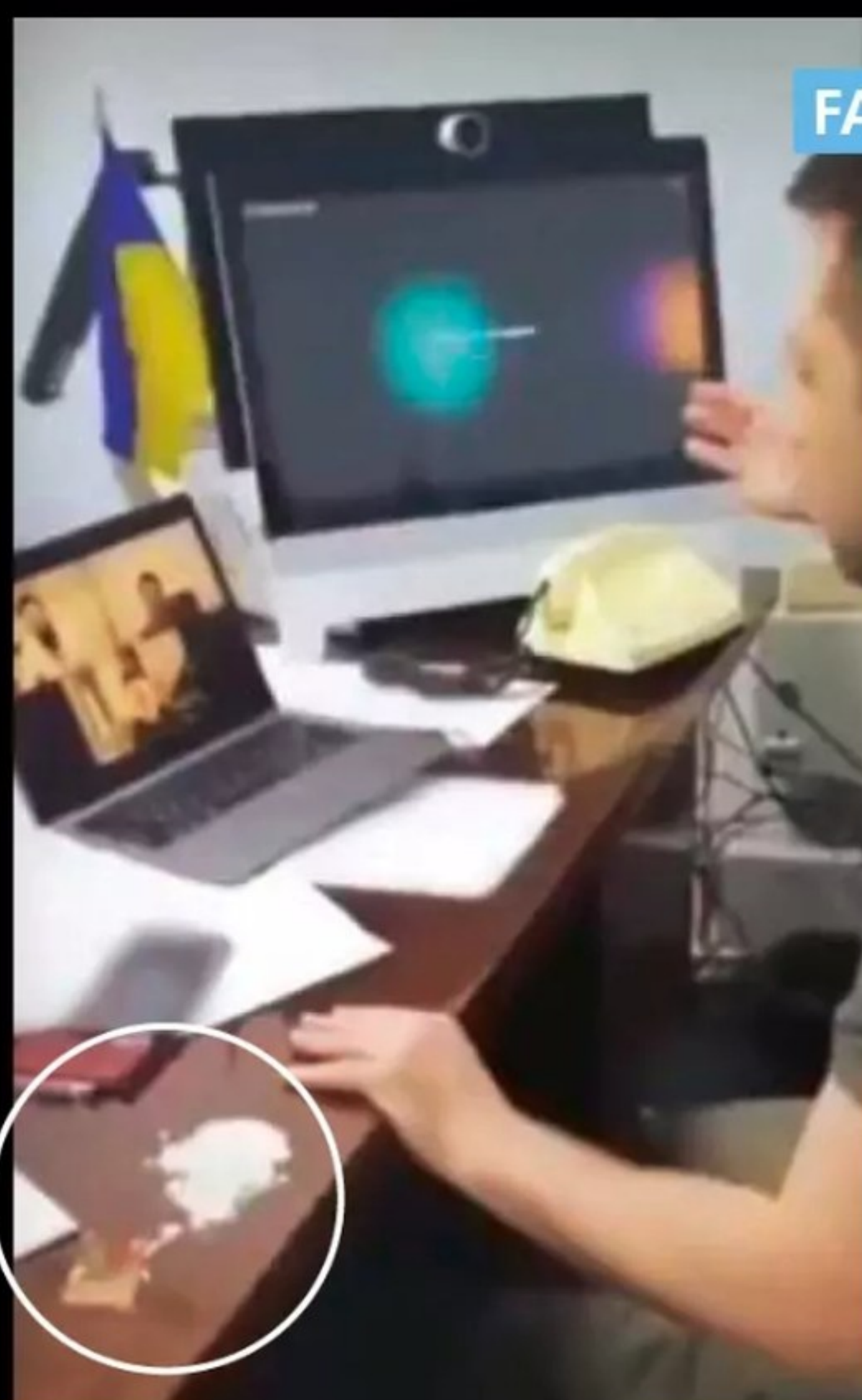
< L'EXPLOSION DE LA MATERNITÉ DE MARIOUPOL
 Des secouristes transportent à travers l'hôpital en ruine une femme enceinte blessée. Pourtant, les Russes affirment que cette scène est truquée et "jouée" par une Ukrainienne en bonne santé.

✓ DE LA DROGUE SUR LE BUREAU DE ZELENSKY
 Dans une vidéo diffusée sur des comptes prorusses, le président ukrainien est en visioconférence avec Elon Musk, de la cocaïne posée sur son bureau. Il s'agit d'un montage pour alimenter les rumeurs sur sa prétendue toxicomanie.

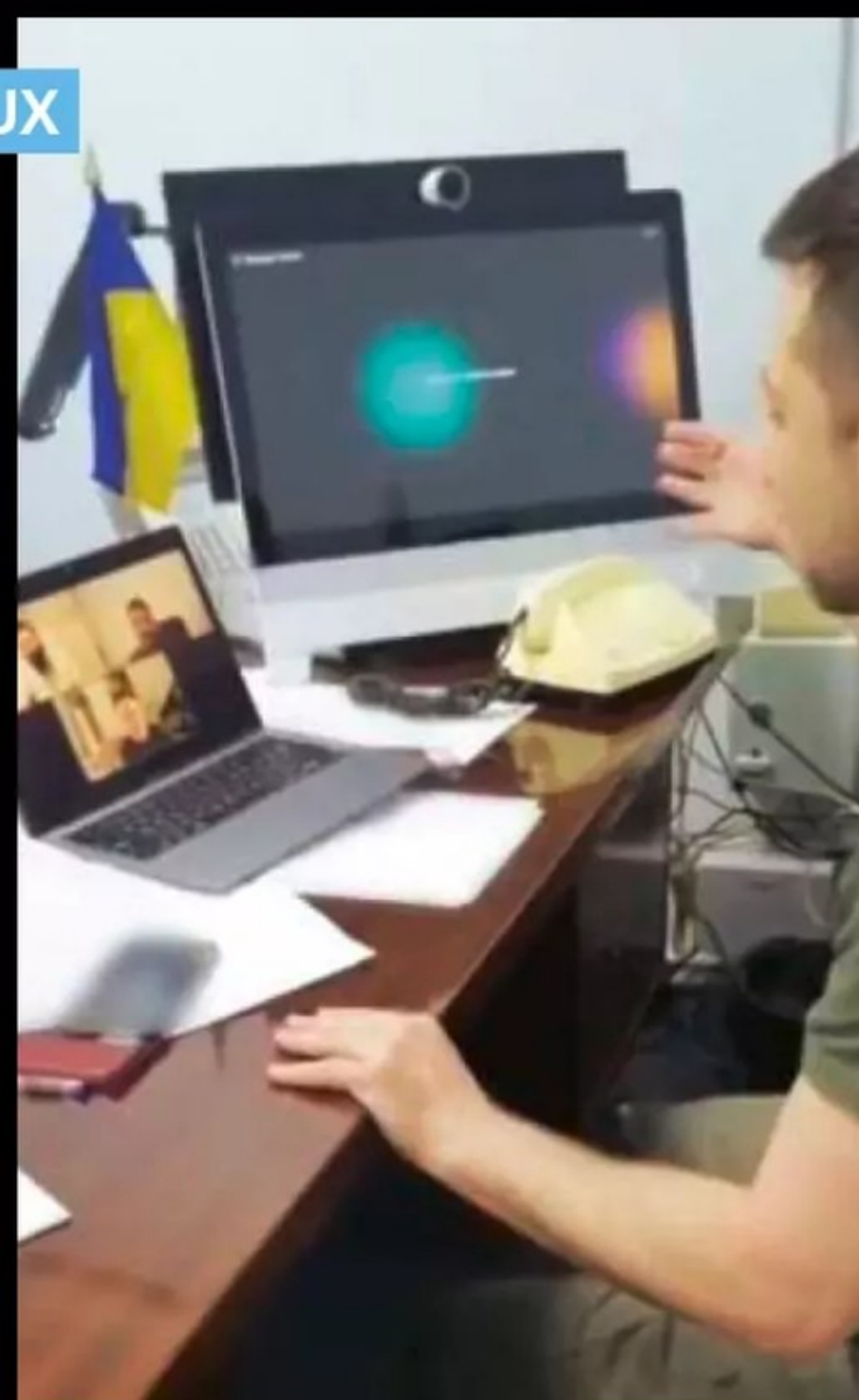


FAUX

^ LA COUVERTURE DU TIME
 Cette "une" du magazine américain *Time*, affublant Vladimir Poutine de la moustache d'Adolf Hitler, connaît un immense succès sur les réseaux sociaux peu après le début du conflit. C'est en réalité un montage réalisé par un graphiste soucieux de dénoncer l'offensive.



FAUX





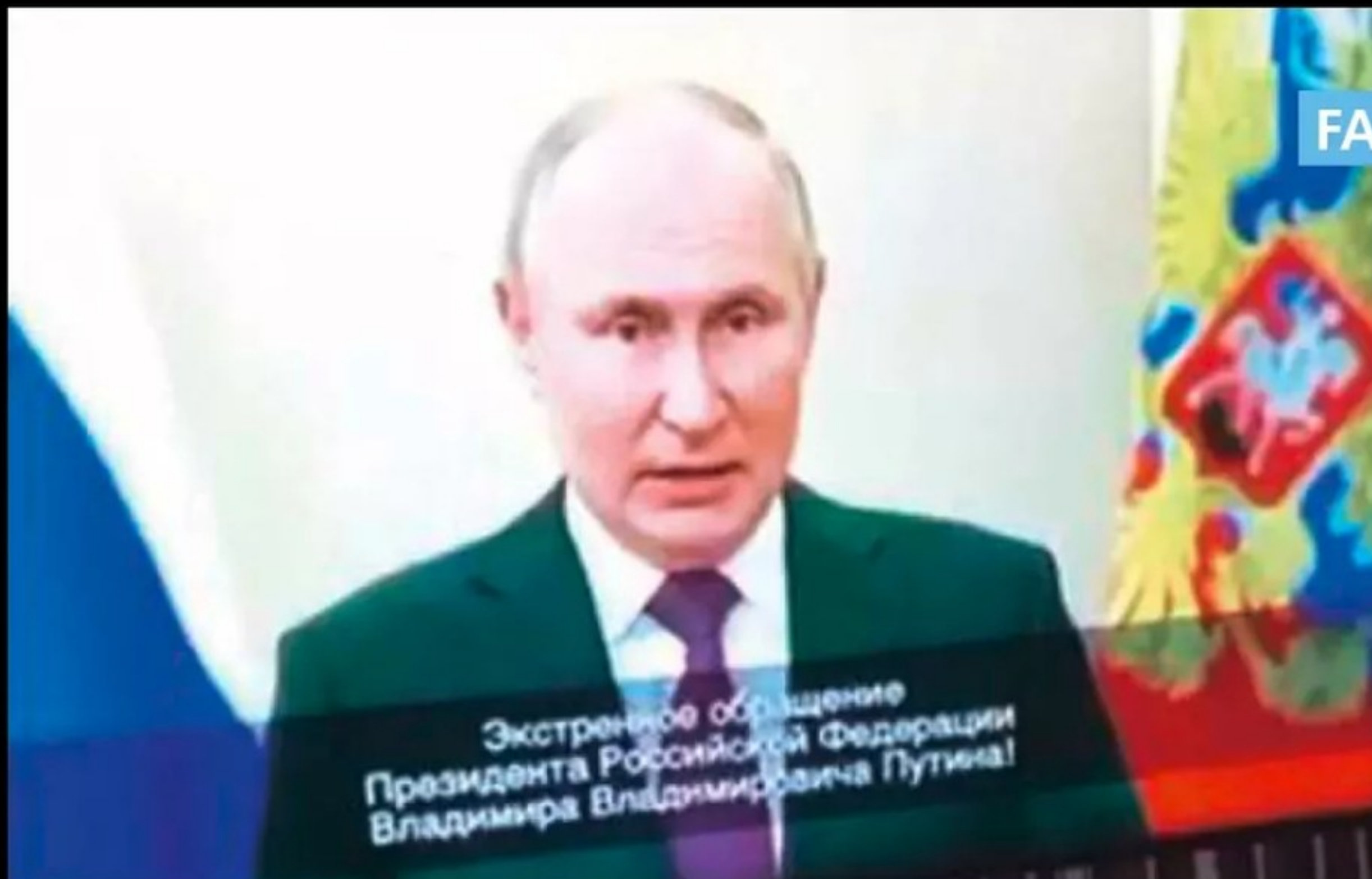
FAUX

< LA LÉGENDE DU FANTÔME DE KIEV

Ce pilote ukrainien est présenté sur les réseaux comme un héros qui a abattu six avions en quelques heures à bord de son MiG-29. La vidéo de ses exploits est en réalité tirée du jeu *Digital Combat Simulator*. Même l'armée ukrainienne s'est fait prendre au piège en la publiant sur son compte X (anciennement Twitter).

✓ LES DEEPFAKES DES PRÉSIDENTS

Poutine proclame la loi martiale dans trois régions envahies, Zelensky annonce quitter Kiev et appelle à la trêve... Ces vidéos ont été piratées et les voix modifiées par une intelligence artificielle.



FAUX



VRAI

^ DES TRACTEURS ET DES CHARS

Au début de la guerre, de surprenantes vidéos circulent où l'on voit des tracteurs ukrainiens jaune et vert tirer des blindés ennemis. Symboles de la débâcle, ces chars en panne ou abandonnés le long des routes par les soldats russes sont récupérés par les agriculteurs pour équiper la résistance ukrainienne.

✓ UNE REINE DES NEIGES SOUS ABRI

La vidéo de cette petite fille qui chante le tube *Libérée, délivrée* en ukrainien a été vue 13 millions de fois sur le réseau social X. Elle est filmée en mars 2022 depuis un abri antibombe de Kiev où l'enfant était venue se réfugier avec sa famille et d'autres civils pour se protéger de l'offensive russe.



VRAI



FAUX

^ LE BOMBARDEMENT DE PARIS

En 45 secondes de film, on voit une touriste devant la tour Eiffel être projetée au sol après une explosion. Sur d'autres plans, des avions de chasse larguent des bombes sur la capitale en feu. Ici, pas question de fakes, mais des effets spéciaux réalisés par un cinéaste français vivant à Kiev pour interpeller les Occidentaux.



HORS CONTEXTE

^ L'UKRAINIENNE AU FUSIL

Cette image d'une femme ukrainienne assise dans un bus avec un AK-47 a fait le tour des réseaux sociaux. En fait, cliché détourné a été pris en Sibérie en 2020 par une femme habituée à se mettre en scène sur Instagram.



VRAI

^ LES ÉPAVES DE LEOPARD 2

En juin 2023, les Russes ont abondamment diffusé des vidéos et photos de chars Leopard 2 appartenant à l'armée ukrainienne détruits le long du front de Zaporijia. Malgré les accusations de "fake news" et de montage par intelligence artificielle de la part des pro-ukrainiens, ces images sont réelles et témoignent des pertes significatives de Kiev dans sa contre-offensive.

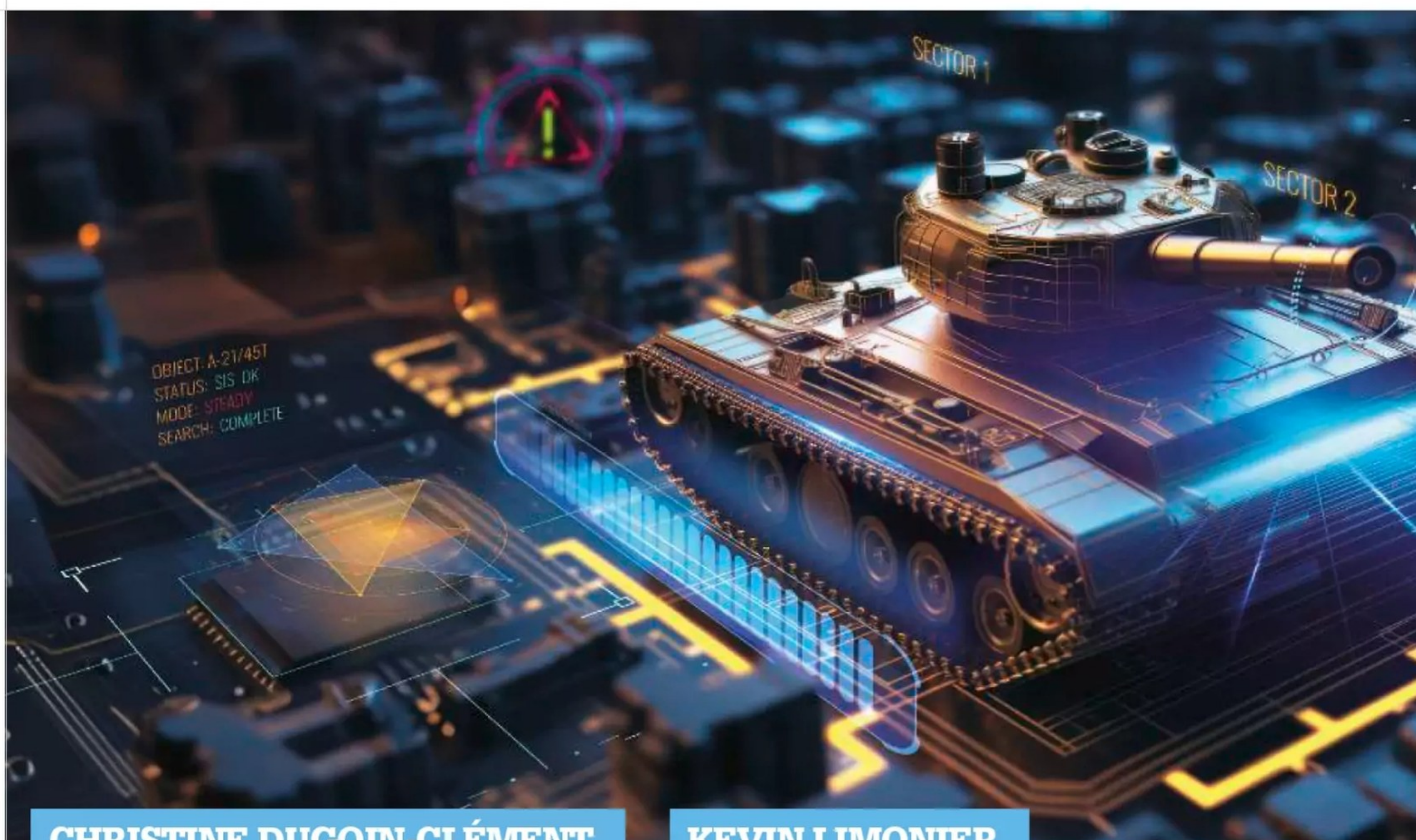


HORS CONTEXTE

^ LA FILLETTE QUI DÉFIE LE SOLDAT

Des photos de cette jeune Ukrainienne levant le poing vers un soldat russe armé ont fait le buzz. Mais la scène est en réalité prise en 2012 en Cisjordanie.



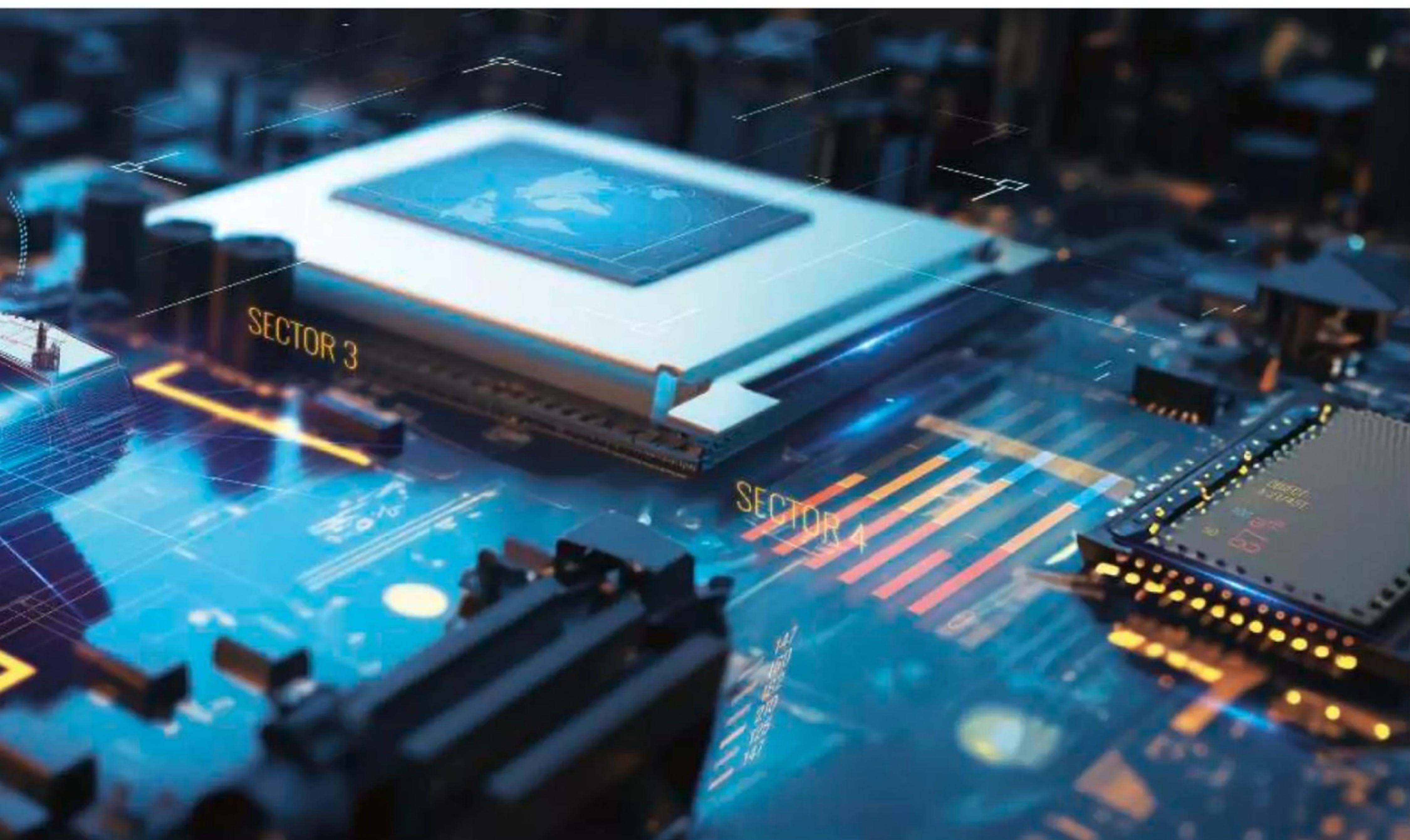


CHRISTINE DUGOIN-CLÉMENT

KEVIN LIMONIER

“La cyberguerre transforme le citoyen en cible”

Fake news sur les réseaux sociaux, images truquées, piratages de sites Internet... En Ukraine, mais aussi en Afrique et en Europe, les Russes sèment le chaos sur la Toile. Avec quelles technologies et quelle efficacité ? Explications de Christine Dugoin-Clément, analyste en géopolitique à l'IAE Paris-Sorbonne, et Kevin Limonier, spécialiste du cyberspace russophone à l'Institut français de géopolitique de Paris. PAR KHEIRA BETTAYEB



SVHS: Qu'est-ce que la cyberguerre ?

Christine Dugoin-Clément : C'est un type de conflit moderne qui se passe non pas sur une ligne de front comme la guerre "traditionnelle", mais dans le cyberspace [territoire virtuel et sans frontière, créé par l'interconnexion mondiale des systèmes d'information et de communication, ordinateurs, smartphones, et par les données qui y circulent, NDLR]. Représentant un nouvel espace de conflictualité – en plus de la terre, de la mer, des airs et de l'espace –, cette étendue transforme chaque citoyen connecté en une

cible ou en un acteur potentiel d'un conflit donné.

Kevin Limonier : Il faut distinguer deux types d'attaques cybernétiques. Appelées "cyberattaques", les premières visent à attaquer l'intégrité des "tuyaux", physiques ou non, dans lesquels circulent les données brutes (coupure de câbles, piratage d'un serveur...). Dites "opérations informationnelles", les secondes ciblent les données mises en sens par les utilisateurs, autrement dit l'information qui circule sur l'Internet. Elles correspondent par exemple aux *fake news* sur les réseaux sociaux, ou aux images truquées.

SVHS: En quoi est-ce une composante du conflit ukrainien ?

K. L. : Des opérations de

communication réalisées sur les réseaux sociaux par le président ukrainien, Volodymyr Zelensky, aux diverses opérations de désinformation russes, on assiste à un déploiement inédit d'offensives et de contre-offensives cybernétiques. Depuis qu'Internet a pris une place importante dans notre quotidien, soit deux décennies, la circulation des données numériques, leur sécurité et leur manipulation sont devenues une composante de tous les conflits. Cependant, avec l'invasion de l'Ukraine en février 2022, on a changé d'échelle : cette guerre est le premier conflit de haute intensité dans lequel la dimension cybernétique est centrale. Si la maîtrise des données numériques ne suffit pas, à elle seule, à remporter la victoire, elle en est l'un des



principaux leviers, au même titre que le contrôle des airs ou de l'espace.

SVHS: Quels sont les objectifs des attaques cybernétiques?

C. D.-C.: Ils sont multiples... Voler des données militaires ou civiles stratégiques (localisation d'usines de fabrication d'armes, mails...); manipuler l'opinion des populations et de leurs gouvernements pour les rallier à sa cause ou affaiblir le soutien à l'ennemi; déstabiliser un État en attaquant la crédibilité de ses institutions ou de ses médias; l'empêcher de contre-attaquer; diviser des nations alliées pour ralentir ou empêcher des prises de décision communes; faire de la propagande dans son propre pays pour justifier une guerre, etc. L'objectif est d'agir sur les croyances des personnes et leurs comportements, dans

“ À ce jour, on n'a pas vu de deepfakes assez bien faits... ou alors on ne les a pas encore détectés! ”

un but tactique ou stratégique. De fait, la guerre numérique est une version moderne de la guerre psychologique. Avec une différence majeure: l'utilisation de techniques qui permettent d'amplifier l'impact de ce type de manipulation sur les réseaux sociaux, les blogs ou les chaînes de télévision et de radio en ligne.

SVHS: Quelles sont ces techniques?

C. D.-C.: Sans être exhaustif, on peut citer les bots, des logiciels automatiques qui créent de faux comptes LinkedIn, Twitter ou Facebook,

permettant la diffusion rapide de fausses informations par le biais de retweets ou de likes. Ces bots sont très actifs et très présents sur les réseaux sociaux [selon un rapport du Centre d'analyse, de prévision et de stratégie du ministère des Affaires étrangères et de l'Institut de recherche stratégique de l'École militaire, les bots russophones sont responsables de 70 % des messages postés en russe sur l'Otan au second semestre 2017, NDLR]. Il existe aussi le système des trolls, des individus réels qui relaient certains messages sur les réseaux sociaux ou



satulent certains sites. On peut également mentionner la technique du clonage, laquelle consiste à créer de faux sites qui ressemblent beaucoup à des sites d'organismes renommés à forte audience, mais qui diffusent des informations en faveur de l'agresseur.

SVHS : *La France a été ciblée par une attaque numérique reposant sur cette dernière technique. C'est l'opération "Doppelgänger"... Pouvez-vous nous en dire plus ?*

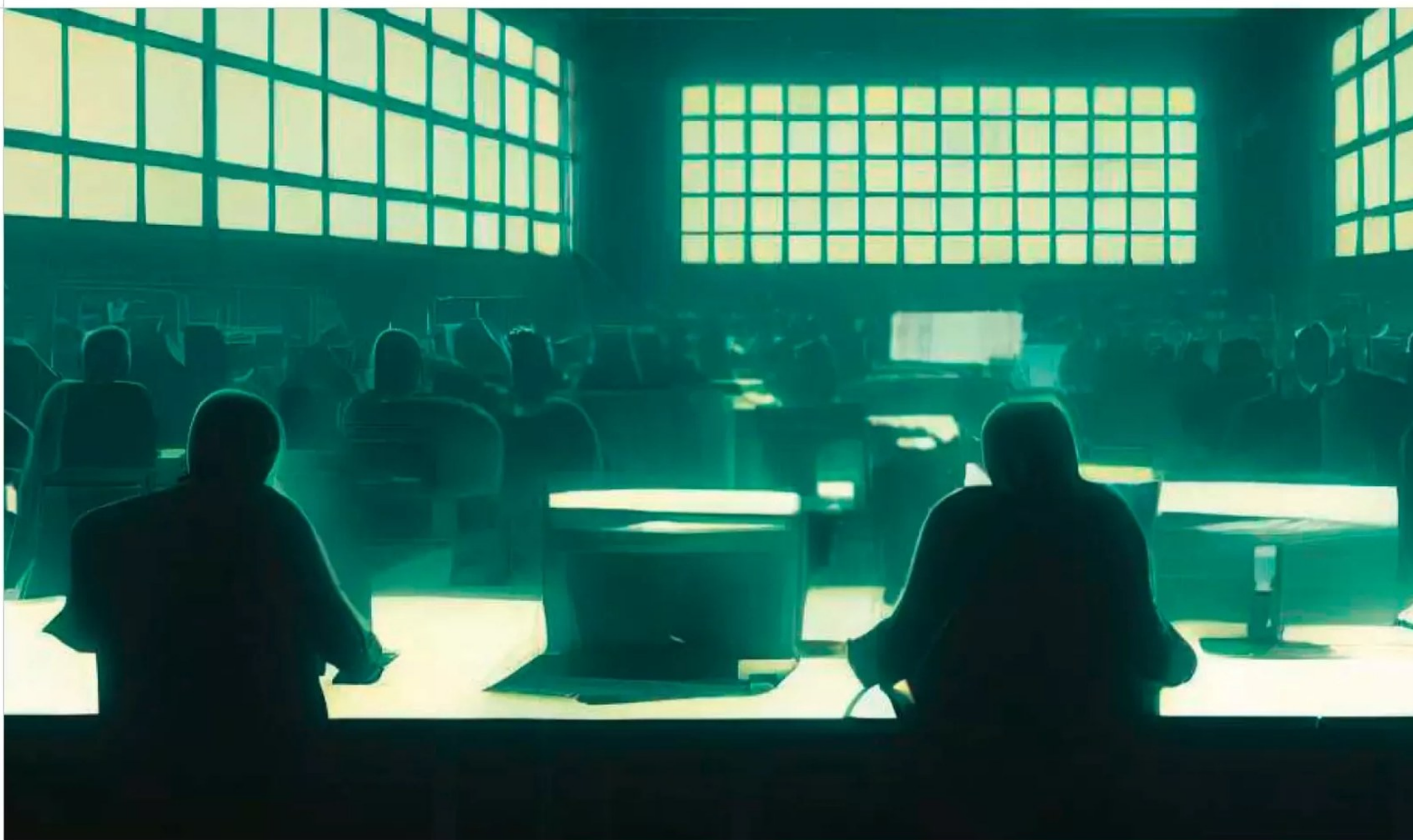
C. D.-C. : Oui. Il s'agit d'une vaste opération de désinformation prorusse qui a visé la France, mais aussi plusieurs autres pays européens : Allemagne, Italie, Royaume-Uni, etc. DéTECTÉE dès la fin 2022, elle se poursuit encore aujourd'hui et a produit jusqu'ici plus d'une cinquantaine de faux sites

de ministères occidentaux – notamment celui du ministère français des Affaires étrangères, en juin 2023 – et de faux articles de médias européens réputés – dont, en France, ceux du *Monde*, de *20 Minutes*, du *Figaro* et du *Parisien*. Restés actifs durant des semaines pour certains, ces sosies maléfiques ("doppelgänger" signifiant "sosie" en allemand) étaient suffisamment fidèles aux vrais pour que les internautes leur accordent leur confiance. Leurs messages visaient à promouvoir la vision russe de la guerre en Ukraine, à affaiblir le soutien à Kiev et à diviser les pays de l'Union européenne.

SVHS : *Quid des deepfakes ("hypertrucages"), ces images ou sons produits par de l'intelligence artificielle, qui permettent de faire dire n'importe quoi à n'importe qui ?*

C. D.-C. : Si elle peut s'avérer une arme redoutable, cette technique semble ne pas avoir encore été trop utilisée dans le cadre de la guerre en Ukraine... En mars 2022, le piratage du site de la chaîne d'information Ukraine 24 a bien permis la diffusion d'une fausse vidéo de Volodymyr Zelensky le montrant appelant les Ukrainiens à rendre les armes. Mais ce trucage était mal fait : la voix n'était

“ Une attaque cybernétique peut servir à diviser des nations alliées ”



“ *Doppelgänger a produit et produit encore des dizaines de faux sites web officiels* ”

pas la même. À ce jour, on n'a pas vu de *deepfakes* à but de propagande qui soient suffisamment bien faits. Ou alors on ne les a pas encore détectés...

SVHS : *On entend parler des techniques Osint... Qu'est-ce que c'est ?*

K. L. : Le terme “Osint” vient de la contraction de “*Open source intelligence*”, pour “Renseignement de source ouverte”. Il s'agit d'un ensemble de techniques d'enquête visant à collecter, exploiter et analyser des données disponibles en source ouverte – articles

de journaux, vidéos sur des réseaux sociaux, etc. – afin d'en déduire des informations qui, elles, ne sont pas publiques. Il peut s'agir de la date à laquelle a été prise une photo, des coordonnées géographiques du lieu où a été enregistrée une vidéo, ou de l'identité de la personne qui administre un faux site Internet.

C. D.-C. : En pratique, la “communauté Osint” s'appuie sur divers outils libres comme les moteurs de recherche ou commerciaux tels Maltego ou Foca, qui permettent une recherche automatisée d'informations

sur le web et leur analyse. Aussi vieilles que l'Internet lui-même, les techniques Osint connaissent leur heure de gloire depuis le début de la guerre en Ukraine. Elles sont utilisées par plusieurs acteurs (militaires, journalistes, policiers...) pour identifier des *fake news* et lutter contre la désinformation, mais aussi dans des buts tactiques ou stratégiques, pour glaner des informations militaires (par exemple, les coordonnées d'une usine de fabrication d'armes).

SVHS : *Sait-on si les opérations de manipulation informationnelle menées jusqu'ici ont été efficaces ?*

K. L. : Non. On peut déterminer le nombre de vues, de partages ou de likes grâce à des logiciels dédiés. Mais il est impossible de dire dans quelle mesure une action



donnée a influencé l'opinion de la population ciblée.

C. D.-C. : Pour le savoir, il faudrait mesurer l'opinion de cette population avant le déploiement de l'action puis après, et déterminer la proportion qui a été influencée et qui a changé d'opinion. Or, souvent, les manœuvres informationnelles sont détectées à rebours ou lorsqu'elles sont déjà en cours. Donc il est impossible d'estimer le taux de personnes qui avaient un avis donné avant cette opération. Ensuite, même si on pouvait obtenir

ce paramètre, il serait difficile de savoir si les gens qui ont changé d'opinion l'ont fait à cause de la manœuvre elle-même ou à cause d'un autre facteur...

SVHS: Comment mieux lutter contre les attaques cybernétiques ?

K. L. : En sensibilisant les gens sur l'existence de ce type de pratiques et sur les réflexes à adopter pour s'en protéger, comme ne pas cliquer sur des liens Internet non connus ou changer ses mots de passe

régulièrement afin d'éviter des fuites de données. Ensuite, il faut éduquer l'ensemble de la population à distinguer une information vérifiée d'une fausse, par exemple en examinant avec soin l'adresse URL des sites visités et en développant son esprit critique.

C. D.-C. : Cependant la sensibilisation n'empêchera pas le risque à 100 %... Cette situation nous pousse à mener des recherches pour mieux mesurer l'enjeu, détecter et développer des contre-mesures techniques [fin 2022, la société américaine Intel a présenté FakeCatcher, un outil capable de repérer, en temps réel, un deepfake dans 96 % des cas, NDLR]. En plus d'être un récent champ de bataille, la guerre numérique est aussi un nouveau domaine de recherche. ■

Il faut éduquer l'ensemble de la population à distinguer une information vérifiée d'une information fausse



Comment apprendre à “tenir le coup” ?

Les soldats du XXI^e siècle ne doivent pas seulement savoir se battre : ils doivent également gérer leur stress et leur fatigue. Longtemps considéré comme secondaire, cet entraînement d'un genre nouveau découle d'une meilleure connaissance de la physiologie et de la cognition humaines, rendue possible, entre autres, par la recherche en neurosciences. PAR KHEIRA BETTAYEB



En France, la formation académique militaire intègre un module "psychologie du commandement" à destination des élèves officiers.

“**E**ntraînement difficile, guerre facile” : comme le rappelle ce proverbe de la Légion étrangère, l’entraînement des troupes est déterminant. Pendant longtemps, cette étape a essentiellement reposé sur un apprentissage au maniement des armes et un entraînement physique au combat, pratiqués en treillis et rangers, de jour, de nuit, par tous les

temps, pour s’habituer aux intenses efforts du champ de bataille. Cet apprentissage laissait complètement de côté les facteurs humains, comme la fatigue ou la pression émotionnelle. Dans un secteur où l’aguerrissement est représenté une valeur cardinale, les mots “stress”, “sommeil” et “bien-être” sont longtemps restés de l’ordre du tabou.

Mais cela, c’était avant ! Désormais, “ces paramètres sont de plus en plus pris en



Tir d'obusier automoteur 2S7 Malka par l'armée russe. Sa portée peut atteindre 47 km.

compte dans la préparation des soldats, comme en témoigne le déploiement de mesures de prévention adaptées", constate Mounir Chennaoui, directeur scientifique de l'institut de recherche biomédicale des armées (Irba), au service de santé des armées, à Brétigny-sur-Orge. "Les résultats obtenus ces dernières décennies dans les champs des neurosciences, de la physiologie et de la psychologie ont montré combien ces facteurs peuvent nuire à la capacité du soldat au front".

En France et dans la plupart des pays de l'Otan, les nouvelles recrues sont aujourd'hui formées à des techniques destinées à diminuer leur stress et leurs émotions négatives. Elles apprennent à mieux dormir, mais aussi

“ Si le stress est trop intense [...], il finit par épuiser l'organisme ”

à se dynamiser physiquement et psychologiquement avant l'activité et à aborder positivement les événements. Appelées "méthodes d'optimisation des ressources des forces armées" (ou Orfa) au sein de l'armée française, ces approches incluent la respiration relaxante, la sophrologie, la méditation, la cohérence cardiaque (qui consiste à faire six respirations par minute durant cinq minutes et trois fois par jour), ou

À L'ÉCOLE DU "COMBAT DE HAUTE INTENSITÉ"

Les armes et le combat physique restent une composante majeure de la préparation à la guerre. En France, ces deux aspects sont notamment enseignés dans des structures dédiées, comme le centre d'entraînement aux actions en zone urbaine (Cenzub), dans le département de l'Aisne, ou le centre d'entraînement au combat de Mailly-le-Camp en zone ouverte (Centac), sur les départements de l'Aube et de la Marne. *"Reproduisant une commune de 6 000 habitants pour le premier et une zone ouverte composée de forêts, plaines et collines pour le second, ces centres sont bardés d'instrumentation s'appuyant sur des technologies laser, de positionnement par satellites et de communication, détaille le commandant Emmanuel, responsable du domaine scientifique Hommes & Systèmes, à l'Agence de l'innovation de défense. Ces outils permettent de géolocaliser tous les acteurs et de suivre en temps réel, depuis un centre de contrôle, leurs déplacements et leurs actions. De quoi s'entraîner aux fondamentaux du combat de haute intensité dans un cadre au plus près de la réalité du front."*

encore l'imagerie mentale (qui vise à créer ou à recréer une expérience ou un geste dans sa tête pour préparer le corps à combattre).

"Apprises lors d'une formation en groupe dispensée par des militaires formés à ces techniques, ces méthodes peuvent être ensuite pratiquées individuellement n'importe où et n'importe quand, aussi bien avant et pendant qu'après une mission", explique Gérard de Boisboissel, ingénieur de recherche au centre de recherche de l'académie militaire de Saint-Cyr Coëtquidan. *"Elles constituent une sorte de 'boîte à outils' dans laquelle chaque militaire peut piocher selon les circonstances. Cela, après avoir identifié ses propres limites lors des stages de combat."*

Développée au début des années 1990 à l'école interarmées des sports de Fontainebleau par le médecin militaire Édith Perreaut-Pierre, l'approche des Orfa a connu une montée en puissance depuis 2013. Désormais, elle est largement répandue dans les armées de terre, de l'air, de l'espace et dans la marine nationale.

DETTE DE SOMMEIL

L'idée d'enrichir la formation des militaires avec ce type d'outil est née d'un constat : sur la ligne de front, le soldat peut être soumis à une forte dette de sommeil liée à la nécessité de combattre de jour comme de nuit. Il endure souvent un stress intense, il lui faut réfléchir et réagir vite, et il est directement confronté à la mort. Or, plusieurs études l'ont rigoureusement démontré : ces facteurs peuvent fortement altérer les capacités cognitives et physiques et empêcher ainsi le militaire de mener à bien sa mission.

En soi, le stress est une réponse physiologique normale d'adaptation de l'organisme à un environnement changeant. Il peut être salvateur : face à une menace, il induit la libération d'hormones, comme l'adrénaline, qui augmentent la fréquence cardiaque ainsi que la tension artérielle et le niveau de vigilance. Le stress permet de mobiliser de l'énergie et de l'oxygène pour les muscles, et donc de réagir rapidement. En revanche, *"si le stress est trop intense ou s'installe dans la durée, il finit par épuiser l'organisme. Il entraîne alors des méfaits physiques (douleurs, troubles du sommeil...), émotionnels (sensibilité et nervosité accrues, mal-être...) et cognitifs (perturbation de la concentration, difficultés à prendre des initiatives ou des décisions...)"*, souligne Charles Verdonk, médecin militaire, désormais chercheur en neurosciences. Quant au manque de sommeil, *"plusieurs études ont démontré qu'en plus d'induire une somnolence en journée, il altère les performances cognitives (concentration, prise de décision, mémoire...) et physiques, en augmentant notamment le risque de blessure",* résume Mounir Chennaoui. Loin d'être une "mise en pause" du cerveau, le sommeil est indispensable à la réalisation de plusieurs processus physiologiques clés, comme la

consolidation des informations acquises la journée, la sécrétion de l'hormone de croissance qui favorise le renouvellement des cellules immunitaires, ou encore la diminution du niveau de cortisol, l'hormone du stress. Il doit donc être l'objet d'un soin constant, même sur le champ de bataille.

COURTES SIESTES

Oui, mais comment faire ? Les Orfa fournissent un élément de réponse. Les résultats des premières études menées pour évaluer leur efficacité indiquent que ces méthodes fonctionnent ! L'équipe du médecin-chef Marion, du département neurosciences et contraintes opérationnelles de l'Irba, a testé le programme Orfa chez 60 pompiers militaires, à raison de deux heures par semaine, pendant deux mois, puis publié ses travaux en 2020 dans la revue *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. Bilan : *"cette approche a eu un impact important sur le stress perçu et l'humeur négative"*, explique le médecin-chef. À l'avenir, la boîte à outils antistress et antidette de sommeil des militaires français pourrait s'étoffer de nouvelles pratiques. Par exemple, à l'Irba, le groupe de Mounir Chennaoui a allié des techniques de relaxation à des siestes. L'équipe a demandé à onze volontaires de faire durant six jours une sieste de 30 minutes en début d'après-midi, précédée ou non d'une séance de relaxation. Publiés en 2018 dans la revue *Industrial Health*, les résultats montrent que cette combinaison entraîne une augmentation significative du temps total de sommeil, qui s'avère alors plus riche en sommeil lent léger et en sommeil lent profond, le plus récupérateur. D'où la conclusion que *"l'approfondissement de courtes siestes avec des techniques de relaxation pourrait être un moyen non médicamenteux efficace pour prolonger la durée du sommeil et l'approfondir"*.

Mais au final, ne serait-ce pas plus simple de privilégier une approche médicamenteuse du problème ? Pour les forces françaises, la réponse... est non : *"La recherche à l'Irba ne vise pas à aboutir à un soldat 'augmenté', présentant des capacités surhumaines, explique le médecin-chef Marion. Elle vise à aider les combattants à utiliser leurs propres ressources."* ■

Quand tuer devient légitime

Pour gagner une guerre, *"il est impératif que l'armée prépare les soldats à prendre des décisions morales difficiles pendant le combat"*, écrit Sean Wead, major dans l'armée américaine, dans un article publié en 2015 dans le journal *Military Review*. Cette préparation implique d'amener les nouvelles recrues à accepter l'usage de la violence et l'éventualité de tuer. Comment les armées procèdent-elles ? Selon une thèse de doctorat de 2018, encadrée par le laboratoire de psychologie sociale de l'université René-Descartes, un des leviers majeurs consiste à présenter la guerre comme une nécessité afin d'empêcher l'invasion du pays, limiter la souffrance de la population, lutter contre une organisation qui menace les valeurs



des combattants, etc. C'est ce que le major Sean Wead décrit comme le principe de la "guerre juste" : "les soldats prennent la vie en pensant qu'ils rendront le monde meilleur" ; ils sont convaincus que "leurs actions en temps de guerre, bien que désagréables, sont nécessaires" pour "défendre les autres contre les attaques malveillantes et illégales". Pour le militaire américain, les soldats vont alors "désengager leur système de croyances morales au profit d'autres priorités évaluées comme étant plus importantes sur le moment". Ce processus psychologique de "désengagement moral" les amènerait à se convaincre que les standards éthiques et moraux ne s'appliquent pas à eux, ce qui leur permet d'agir sans être entravés par la culpabilité.

La thèse encadrée par l'université René-Descartes souligne le rôle essentiel joué par "l'obéissance à une autorité perçue comme légitime". Obéissance qui reste une valeur forte dans le monde militaire, où elle "n'est pas nécessairement une contrainte", mais souvent "une 'soumission volontaire' à une volonté et un objectif

“ Les soldats prennent la vie en pensant qu'ils rendront le monde meilleur ”

communs". Ce principe de soumission évoque la thèse développée par le psychologue américain Stanley Milgram. Lors d'une recherche publiée en 1963 dans *The Journal of Abnormal and Social Psychology* et devenue depuis une référence en psychologie sociale, ce chercheur a demandé à 1 000 volontaires d'administrer à un homme des chocs électriques d'intensité croissante (ces chocs étaient "justifiés" par de soi-disant recherches scientifiques). Au final, il est apparu que, sous les ordres d'une autorité perçue comme légitime, deux tiers des participants étaient prêts à infliger des chocs électriques potentiellement mortels. ■



À Boutcha, où plus de 1400 civils ont été tués, selon les estimations de l'armée ukrainienne.

La guerre façon *serious games*

Après les *wargames* et les FPS (*First Person Shooter*), les *serious games* s'emparent à leur tour de la guerre. L'enjeu : faire vivre la réalité d'un conflit. Non pas l'affrontement sur le champ de bataille, mais l'horreur d'une invasion militaire et son corollaire, l'exil. PAR ADRIEN DENÈLE

On sait depuis l'invention des échecs que les jeux permettent d'acquérir des bases solides dans l'art militaire. Du combat rapproché à la haute stratégie en passant par les tactiques de la phalange macédonienne ou le pilotage des Spitfire, l'univers des jeux vidéo regorge de best-sellers guerriers tels que *Call of Duty* ou *Battlefield*, où l'on se tire dessus sans penser à mal. Les recruteurs de l'armée américaine eux-mêmes avouent les utiliser – par exemple *Arma III*, simulateur très réaliste de tir, qui sert à l'entraînement des Marines.

Mais aujourd'hui, le jeu vidéo dépasse largement les limites du champ de bataille, avec des titres adoptant des approches plus subtiles, à la limite du documentaire. Ainsi, le jeu français *Soldats inconnus*, qui place le joueur dans la peau de soldats français et allemands en pleine Première Guerre mondiale. Dans ce titre développé en France par Ubisoft, l'intrigue progresse à coups d'énigmes visuelles. On y suit le parcours de soldats, mais aussi de cuisiniers ou d'infirmiers. L'occasion de rendre compte de la brutalité de la guerre des tranchées en multipliant les points de vue.

D'autres titres vont encore plus loin dans le réalisme. Il s'agit alors d'initier les joueurs à la réalité concrète de la guerre : pas vraiment les combats, mais plutôt l'invasion, la violence,

l'exil. Bref, ces jeux-là traitent la guerre sous le prisme du regard humain. Ce sont des "*serious games*" ou jeux sérieux.

Ainsi le jeu mobile *Enterre-moi mon amour*, produit entre autres par Arte. On y suit le parcours d'une jeune femme sur les routes migratoires. Le jeu, minimal, se rapproche d'un roman graphique : on lit les messages échangés par l'héroïne avec son mari, resté en Syrie. Le joueur doit choisir entre plusieurs réponses. L'idée est d'immerger celui-ci dans des situations complexes, proches de celles que vivent les migrants dans l'univers réel. Les interactions humaines sont mises au premier plan.

UN OUTIL INCROYABLE

Même chose pour le jeu tchèque *Attentat 1942*. Ici, l'histoire se déroule durant la Seconde Guerre mondiale. On incarne le petit-fils ou la petite-fille d'un résistant tchécoslovaque, dont on retrace la vie par le biais de photos ou de souvenirs. Le jeu, qui mêle bande dessinée et prises de vues réelles, consiste à repérer les détails cachés dans ces images.

Ce type de jeu est utilisé par le psychologue Niels Weber, un spécialiste de l'hyperconnectivité [*fait de se connecter de façon compulsive et quasi permanente à internet, NDLR*]. "*C'est un outil incroyable, s'enthousiasme-t-il. Il permet de susciter des réactions, à partir desquelles les patients se confient*



Image du jeu *Enterre-moi mon amour.*

davantage.” Dans son travail, les *serious games* donnent à Niels Weber l’occasion d’ouvrir le dialogue entre les parents et leurs enfants accros aux jeux vidéo. Un exemple : *Fortnite*. “Une de mes patientes avait des parents réfugiés du Kosovo, se souvient le psychologue. Ils réagissaient fortement lorsque leurs enfants s’amusaient à se tirer dessus. Ce jeu a permis d’ouvrir la discussion : les parents ont pu se confier et partager leur expérience avec leurs enfants.”

De ce côté-là, le jeu dystopique au style graphique minimal, *Papers Please*, conçu par le

créateur Lucas Pope, nous met dans la peau d’un agent de l’immigration de l’État communiste fictif d’Arstotzka. Son travail : contrôler les papiers d’identité des vagues d’immigrés, vérifier si tout est en règle et approuver ou non leur entrée. Pour subvenir aux besoins de sa famille, l’agent doit aller vite en besogne, mais le jeu se charge de lui mettre des bâtons dans les roues. Car autour de lui, des drames se nouent... “*Papers Please* provoque rapidement des émotions fortes, atteste Niels Weber. Elles permettent elles aussi d’ouvrir une discussion.” Et de soulager des tensions. ■



Char Leclerc.

DES SECRETS MILITAIRES ONT FUITÉ À CAUSE D’UN JEU VIDÉO

Certains joueurs de jeux vidéo semblent prêts à tout pour améliorer leur programme favori – y compris divulguer des secrets d’État ! Ainsi, fin août, les 720 pages du manuel de l’avion Eurofighter Typhoon ont fuité sur les forums du jeu militaire *War Thunder*, un simulateur très réaliste de combat. Déjà en 2021, des joueurs experts avaient

repéré des différences entre les chars présentés dans le jeu et ceux du réel. Afin de corriger ces approximations fâcheuses, et dans le but d’enrichir le réalisme du simulateur, ils avaient transmis les fiches techniques ultraconfidentielles des chars Leclerc (France) ou Challenger 2 (Royaume-Uni) aux développeurs de *War Thunder* !

RÉPARER





12 avril 2022, dans les ruines du centre de Marioupol, un homme passe devant la carcasse d'un char russe T-72.

Pour sauver plus de vies, la médecine “clic-clac”

La médecine de guerre opère au plus près du champ de bataille. Mais comment secourir les blessés dans un tel chaos ? Les conflits récents apportent des réponses nouvelles. PAR KHEIRA BETTAYEB

Guerres mondiales, Irak, Syrie et aujourd’hui Ukraine... Tous les conflits modernes ont de lourdes conséquences sanitaires. Selon un document publié en 2023 par l’Institut américain pour l’étude de la guerre, les renseignements occidentaux estiment à 200 000 le nombre de soldats russes morts ou blessés en Ukraine, et à 100 000 les pertes ukrainiennes. Le Haut-Commissariat des Nations unies aux droits de l’homme a enregistré 18 358 victimes civiles dans le pays, dont 7 031 tuées, entre février 2022 et janvier 2023. Plus que jamais, la médecine de guerre tente de sauver le maximum de vies, qu’elles soient militaires ou civiles. En Ukraine, elle peut s’appuyer sur de récentes innovations technologiques, comme la miniaturisation de l’échographe ou la mise au point d’hôpitaux de campagne... gonflables. Mais les blessures et les mutilations

ne sont pas les seuls dommages causés par les conflits. Les dégâts psychologiques sont colossaux. Jamais sans doute cet aspect n’a été autant pris en considération qu’en Ukraine. Anxiété, crise de panique, dépression, stress post-traumatique : selon l’Organisation mondiale de la santé, un quart de la population ukrainienne pourrait souffrir d’un trouble mental lié au conflit. Sur place, plusieurs ONG comme Médecins du monde (MDM) et Médecins sans frontières (MSF) apportent leur aide sur ce front. “Notre organisation a intégré des psychologues aux équipes de ses unités mobiles en Ukraine”, précise Helena Ranchal, directrice des opérations internationales de MDM. Et le besoin ne cesse de croître...





L'antenne de réanimation et de chirurgie de sauvetage (ARCS) peut être déployée en 3 heures et dispose d'une autonomie de 2 jours. Ici 12 militaires, dont 3 chirurgiens, peuvent prendre en charge jusqu'à 16 blessés.

De vrais hôpitaux gonflables!

Il s'agit de tentes high-tech, déployables en quelques heures près de la ligne de front. Ces structures permettent de stabiliser les blessés avant de les évacuer vers des hôpitaux à l'arrière. *"Les Ukrainiens, qui installent leurs équipes médico-chirurgicales dans des structures en dur préexistantes (hôpitaux civils, fermes...), ne les utilisent pas",* explique Raphaël Pitti, spécialiste en médecine de guerre et responsable de l'ONG de santé Mehad. *"Mais ce type de dispositif est indispensable*

en terrain nu, comme en plein désert." Lors de l'opération Barkhane, menée entre 2014 et 2022 au Sahel et au Sahara pour lutter contre des groupes djihadistes, le service de santé des armées françaises (SSA) a déployé une stratégie de ce type au Mali. Lancée en 2020 et baptisée "antenne de réanimation et de chirurgie de sauvetage" (ARCS), elle comprend *"quatre tentes de 200 m² au total, dont l'ergonomie a été étudiée et l'espace optimisé afin de faciliter les déplacements"*. Cet hôpital *"dispose*

d'une zone de triage [des blessés, NDLR], d'une zone de mise en condition du blessé, d'un bloc opératoire et d'une zone de réanimation", précise le SSA. En juin 2023, l'ONG Médecins sans frontières (MSF) a installé un dispositif similaire au Tchad pour soigner des civils ayant fui le conflit qui sévit au Soudan depuis avril 2023. *"Nos tentes sont formées de boudins en forme d'arches qui, une fois gonflés, déploient l'ensemble de la structure",* explique Olivier Brandner, responsable logistique chez MSF.



Un échographe qui tient dans la poche

Cet "échographe ultraportable" développé il y a quelques années pèse seulement 90 g, contre jusqu'à 150 kg pour un échographe classique. Il fournit des images des tissus mous à l'intérieur du corps (rein, foie, vaisseaux sanguins, cœur...) par diffusion d'ultrasons. "Ce dispositif permet d'ausculter le blessé en un clin d'œil et de faire

un bilan de la gravité de ses lésions", développe Raphaël Pitti, qui s'est rendu en octobre 2022 près des lignes de front russes pour former des soignants ukrainiens à cette nouvelle technique. "C'est une révolution, sachant que l'afflux important de blessés lors d'un conflit oblige à distinguer rapidement ceux qui nécessitent une prise

en charge immédiate de ceux dont l'état peut attendre." Muni de deux sondes, une "profonde" pour "voir" les organes dans le thorax (cœur, foie, rate...) et une "superficielle" pour examiner les vaisseaux sanguins, l'appareil est relié par Bluetooth à un smartphone doté d'une application qui permet d'afficher les images échographiques.

Des drones pour évacuer les blessés du front

Selon l'hebdomadaire britannique *The Economist*, l'armée ukrainienne commence à utiliser de gros drones cargos capables de transporter jusqu'à 180 kg sur près de 70 km afin de prendre en charge ses soldats blessés. En 2017, les industries aérospatiales israéliennes avaient déjà présenté un drone de ce type, baptisé "Air Hopper" et capable d'atteindre

une vitesse de 120 km/h. L'intérêt: pouvoir moduler les évacuations en fonction de la gravité des blessures, par hélicoptère pour les cas les plus urgents, et grâce aux drones pour les autres. En 2021, des chercheurs de l'Army Institute of Surgical Research aux États-Unis ont rapporté dans la revue *Military Medicine* avoir étudié les données relatives

à 1267 patients victimes de blessures traumatiques: ils ont noté qu'environ la moitié d'entre eux ne nécessitaient pas d'intervention vitale et auraient donc pu être évacués via des drones, des appareils requérant une logistique bien moindre que les hélicoptères. Jusque-là, ce type d'approche n'avait pas été utilisé dans un conflit réel. L'Ukraine a franchi le pas.



Les médecins de l'ARCS portent sur eux l'équipement nécessaire à la médecine d'urgence. Ils sont aussi formés à l'échographie rapide. À gauche, l'échographie "au lit du malade" est réalisée avec un appareil à ultrasons ultraportable.

“ L'échographe ultraportable permet d'ausculter le blessé et de faire un bilan en un clin d'œil ! ”

Les télé-médecins au cœur du conflit

En plein boom depuis la pandémie de Covid qui a accéléré l'essor de la consultation médicale en ligne, la télé-médecine a permis, dès les semaines qui ont suivi le début du conflit ukrainien, l'ouverture de plateformes de téléconsultation dans plusieurs pays, dont la France. La société de télé-médecine Bealy a ainsi lancé en mars 2022, en partenariat avec French Healthcare Association, une plateforme pour permettre à "toutes les victimes du conflit en Ukraine, déplacées ou restées sur place", d'accéder gratuitement à des soins à distance. "Nous avons enregistré plus de 12 000 consultations, assure un porte-parole de Bealy, avec des pics à 500 consultations par jour. C'est donc un énorme succès." Dans un proche

avenir, le développement de la robotique et des technologies de communication, associé à cette nouvelle forme de médecine, permettra de sauver des vies : des robots chirurgicaux placés près du patient, près du champ de bataille, pourront être téléguidés par un chirurgien distant de plusieurs centaines de kilomètres. Dès 2019, un praticien indien a rapporté, dans la revue scientifique *eClinicalMedicine*, avoir effectué la première opération de chirurgie cardiaque à longue distance sur un patient qui se trouvait à plus de 32 km. Mais attention : "La réalisation d'une téléintervention robotisée longue distance, soulignait alors le chercheur, est réalisable avec des résultats positifs si la connectivité réseau est fiable."



Entre novembre et décembre 2022, les combats dans le Donbass se sont intensifiés. Ce soir de Noël, dans un hôpital de Bakhmout, un médecin examine une radiographie d'un soldat blessé.

“Le violeur prend la place du père et du mari”



Le viol est une arme de guerre d'une redoutable puissance politique. Céline Bardet *, juriste, présidente de l'ONG We are NOT Weapons of War, et Véronique Nahoum-Grappe **, anthropologue, spécialiste des crimes sexuels de guerre, expliquent pourquoi il est devenu si courant. PAR AMANDA SCHREFF



SVHS: Exécutions sommaires en Libye, esclavage au Nigeria, déportation d'enfants en Ukraine, viols en République démocratique du Congo (RDC), massacres au Tigré... La violence sur les civils est-elle de plus en plus exacerbée lors des conflits ?



Céline Bardet : Les violences à l'encontre des civils ont toujours fait partie de la guerre. Mais depuis les vingt-cinq

à trente dernières années, les conflits changent de nature. Ceux qui ont une finalité de nettoyage ethnique ou suivent une idéologie dont le but est d'éliminer une partie de la population touchent beaucoup plus les civils.

SVHS: Et les violences sexuelles ?

C.B. : Les historiens Raphaëlle Branche et Fabrice Virgili montrent dans *Viols en temps de guerre* [éd. Payot, 2011, NDLR] que le viol a déjà été utilisé au cours de

l'histoire comme une arme de guerre. On le voit ainsi dans l'enlèvement des Sabines par les Romains. Mais les guerres contemporaines et leur violence ont également démontré que le viol était une arme extrêmement efficace. Alors on utilise cet "outil" comme on utilise une kalachnikov. C'est là où c'est devenu plus systémique.

Véronique Nahoum-Grappe : Toute guerre où une armée déferle sur une population, toute guerre d'invasion, entraîne des risques



Seule au milieu des ruines, Ziba est l'une des 20 000 femmes victimes des viols commis par les Serbes pendant la guerre en Bosnie-Herzégovine, entre 1992 et 1995.

de viols. Cela a été le cas quand l'armée soviétique est entrée dans Berlin en 1944. Les hommes sont tués plus souvent que les femmes auxquelles on laisse la vie après le viol. Le viol est un meurtre de genre qui massacre la subjectivité de la victime. Imaginairement, il permet d'intervenir sur l'arbre de la filiation familiale : on lui fera l'enfant de l'ennemi.

SVHS : Sait-on quand les conflits ont basculé ?

V.N.-G. : En décembre 1992,

après l'invasion de la Bosnie survenue ce même été, je me trouve dans un camp de réfugiés. C'est là que j'ai eu des informations très précises sur des viols systématiques organisés en tant qu'arme de guerre. Ces témoignages m'ont mise sur la piste de ce qu'on a appelé les "viols systématiques en temps de guerre". Cette pratique de "purification ethnique" est dénoncée par le journaliste Roy Gutman en 1993.

C.B. : En Bosnie, les violences sexuelles ont été utilisées

de manière méthodique, jusqu'à créer des "camps de viols". C'est quelque chose que je n'ai jamais vu ailleurs. La différence entre aujourd'hui et il y a quarante ou cinquante ans c'est qu'on ne le documentait pas de la même manière.

SVHS : C'est-à-dire ?

C.B. : Le viol est un élément de crime international, comme la torture ou le meurtre... C'est un élément de crime de guerre, de crime contre l'humanité ou de génocide qui définit l'intention, l'ampleur du crime commis. Mais la singularité de la violence sexuelle par rapport à toutes les autres formes de violences commises pendant les conflits est qu'elle est attachée à une "évolution sociale". Il faut effectivement attendre les années 1990 et le conflit en Bosnie-Herzégovine pour documenter et parler du viol de guerre, alors qu'on sait qu'il y en a eu au cours de la Seconde Guerre mondiale. Or, il n'a pas été traité lors du procès de Nuremberg. Pourquoi ? Parce que dans l'inconscient collectif, les violences sexuelles étaient considérées comme le dommage collatéral de la guerre. Il y a une évolution du regard de la société sur les violences sexuelles.

V.N.-G. : Dans notre univers culturel contemporain, dans les scénarios des séries, la sexualité violente est totalement présente. Vous avez des cultures, des civilisations où les images de l'acte sexuel sont interdites. Au cours du XX^e siècle en occident, les images exhibant la sexualité sont devenues banales.

Cette exhibition collective – en partie liée à la libération progressive du champ de la sexualité hors des condamnations religieuses – tend à normaliser l’usage des violences sexuelles dans les crimes, ce qui ne contredit pas leur progressive incrimination juridique. Les viols ont toujours existé bien sûr, mais leur sens en tant que crimes prédictibles et “normaux” a changé, d’où leur incrimination juridique croissante. En temps de guerre, dénoncer les viols systématiques comme crimes contre l’humanité est un grand progrès en termes de droit international.

SVHS: Pourquoi parle-t-on de “viol de guerre”?

C.B. : “Viol de guerre” ne veut rien dire en droit international. “Viol de guerre” est une expression, pas un crime. Le viol comme arme de guerre intervient quand il y a une planification, une organisation, une systématisation de cet acte. Il va être commis en public. Il peut avoir lieu devant la famille. J’ai été marquée à vie par une femme, en Bosnie, qui était violée tous les soirs devant son mari. Lui, handicapé de guerre, ne pouvait se lever de son lit. L’intention, ici, était aussi d’humilier. En Bosnie-Herzégovine, la volonté d’épuration ethnique est démontrée. Au Tigré et au Soudan, on a des éléments qui montrent qu’il y a une stratégie sur l’utilisation de la violence sexuelle [le rapport “Nous allons vous effacer de cette terre”, d’Amnesty International et Human Rights



Watch, paru en 2022, fait état de viols en réunion, esclavage sexuel et massacre dans le Tigré occidental, NDLR]. Ces agissements caractérisent des crimes contre l’humanité ou des génocides. Je suis très prudente avec l’Ukraine. Là-bas, les viols sont constitutifs de crimes de guerre, mais il faut attendre pour avoir des éléments probants sur la stratégie de la Russie.

V.N.-G. : Cette expression a un double sens : il y a les viols plausibles et hélas classiques en temps de guerre, liés au contexte de domination physique et politique des soldats, mercenaires, policiers de l’armée et du pouvoir qui occupent en vainqueurs le terrain, et qui sont stimulés par leur impunité supposée ; et il y a parfois, comme en Ukraine, perpétrés par les

forces d’occupation et d’agression russes, des crimes et tortures systématiques contre la sexualité des deux sexes, qui visent à saccager leur capacité de transmission générationnelle, et qui sont pratiqués avec le consentement voire l’injonction de l’autorité militaire et politique du pouvoir agresseur.

SVHS: Quand on parle de viol, on pense toujours aux femmes. Or, ce supplice est loin de leur être réservé.

V.N.-G. : Oui, tous les âges et tous les sexes sont concernés. Les tortures sexuelles et viols de l’homme lui enlèvent sa masculinité. Lors de la deuxième guerre de Tchétchénie, comme dans les prisons américaines, les hommes violés étaient baptisés de prénoms féminins.

La Cour pénale internationale a émis le 17 mars dernier un mandat d’arrêt contre Vladimir Poutine pour la déportation de plus de 16000 enfants ukrainiens dans l’objectif de les “russifier”. Le 22 mars dernier, 17 d’entre eux ont été rapatriés.



C.B. : L'utilisation de la violence sexuelle est très liée au pays dans lequel on se trouve. En Syrie et en Libye, elle va devenir un outil de torture en prison pour tous ceux qui étaient considérés comme opposants politiques ou rebelles. Dans ces deux pays, je dirais que sur 100 personnes violées, 30 à 35 sont des hommes. Mais ils ne veulent pas être pris en charge, car il y a un contexte culturel – surtout si on est musulman – qui fait que parler des viols est difficile.

SVHS: Faut-il y voir une volonté politique ?

C.B. : Oui. Le soldat qui viole ne va pas penser de lui-même à sortir les femmes sur la place publique pour que tout le monde les voie se faire violenter. Ce sont des choses qu'on lui dit de faire. En RDC, chaque milice met en place le viol de guerre avec sa propre signature ; idem en Libye avec les *katibas* [unités combattantes, NDLR] qui vont aussi filmer. C'est un permis de torturer, une volonté d'humilier qui va avoir un impact à long terme. Le Dr Denis Mukwege [gynécologue en RDC et prix Nobel de la paix en 2018, NDLR] parle de "métastase", car s'il n'y a pas de processus de justice et de redevabilité, cette culture du viol s'installe.

V.N.-G. : Quand vous avez un projet politique d'appropriation par la violence de tout un pays, il y a une double invasion : celle de l'espace avec la violence militaire, et celle du temps, de son passé et de son avenir en tant que nation ou communauté. Il

s'agit d'éradiquer l'identité nationale de l'ennemi, destiné non seulement à être détruit, mais à n'avoir jamais existé, à ne jamais être né. Les armées violent les cimetières, bousillent les livres d'école, changent les noms, l'enseignement... Les viols en tant qu'armes de guerre visent aussi l'avenir de la communauté à éliminer, en tentant d'empêcher ses nouvelles générations.

SVHS: Mais comment des soldats qui sont des fils, des maris et des pères arrivent-ils à passer à l'acte ?

V.N.-G. : La Russie a donné des médailles aux bataillons responsables des crimes de Boutcha. Le Kremlin leur montre qu'ils sont reconnus et que c'est ce qu'il faut faire. C'est une légitimation politique. C'est un peu ce qui se passe en Syrie ou dans les mafias. Quand le pouvoir politique de domination pose le viol comme une action de guerre qu'il faut louer, alors ça donne une amplitude et un confort d'impunité au violeur.

C.B. : Le passage à l'acte se fait dans un contexte de conflit et de phénomène de groupe. Si vous ajoutez l'impunité et l'encouragement reçu, n'importe qui peut devenir bourreau.

SVHS: La femme, par ce qu'elle représente, devient alors un enjeu de conquête ?

C.B. : En RDC, la femme a une place sociale très forte dans la communauté. Le viol est une arme de pouvoir qui vise la femme avec tout ce qu'elle représente et, en particulier, ce

symbole de continuité de la vie avec l'enfantement.

V.N.-G. : Il y a une croyance qui veut que l'identité collective du père soit transmise au fils en passant par la femme. Cette idée de la filiation père-fils est au cœur de la problématique anthropologique des viols de guerre.

SVHS: C'est aussi cela qui se joue en Ukraine ?

C.B. : En Ukraine, on est dans une guerre avec un agresseur très puissant, une culture extrêmement patriarcale et une armée qui est déjà violente par elle-même. Quand Poutine dit "que ça te plaise ou non, ma jolie, faudra supporter" [cette phrase est prononcée le 7 février 2022 par Vladimir Poutine lors d'un entretien avec Emmanuel Macron, à Moscou. Il s'adressait ainsi à Volodymyr Zelensky afin de lui signifier de respecter les accords de Minsk de 2015 pour mettre fin à la guerre dans le Donbass. Mais elle renvoie aussi à une tchastouchka (couplet satirique populaire) faisant clairement allusion au viol, NDLR], il montre sa volonté de prendre l'Ukraine. Alors, cet agresseur prend les femmes ukrainiennes, qu'il humilie, car mariées à des hommes qui vont au front.

V.N.-G. : Avec ce vers de chanson populaire russe, Poutine affirme le viol comme performance de la virilité, de la domination et de la prédation. On veut dévorer l'Ukraine parce qu'elle est russe, et si elle n'a pas compris qu'elle était russe, on va le lui expliquer en la pénétrant par la violence. D'où aussi les déportations

d'enfants dont on change les noms et que l'on fait adopter.

SVHS : Dans un enregistrement diffusé par l'armée ukrainienne, on entend une femme donner l'autorisation à son mari, soldat russe, de violer des femmes ukrainiennes.

Comment bascule-t-on dans le consentement du viol ?

V.N.-G. : Ici il n'y a plus d'adultère. Elle a complètement déssexualisé l'acte pour garder le lien avec son mari et pour avoir la jouissance qu'il lui ramène des cadeaux volés. Elle est prise dans un système. Les femmes russes sont enfermées dans le cercle familial dont elles assurent la survie. Elles consentent de loin aux crimes de leurs maris en guerre, comme à la propagande nationale.

C.B. : Je ne suis pas d'accord sur ce point. Les femmes ne sont pas secondaires. Ici, le contexte du conflit fait que tout le monde participe, y compris cette femme. Elle est loin des combats, mais elle va considérer que ce que fait son compagnon est justifié. Parce que dans un conflit, "l'ennemi" est déshumanisé.

SVHS : Le vol joue-t-il aussi un rôle dans le passage à l'acte ?

V.N.-G. : Dans la guerre en Ukraine, c'est quelque chose de flagrant : dans les usines, dans les musées, dans les étables... Si on ne peut pas voler, on tue. Mais c'est vrai aussi au Rwanda, lors du génocide, en ex-Yougoslavie, au Soudan, dans la région du Kivu, etc. L'ivresse

et la prédation du vol sont très importantes dans toutes les transgressions et les crimes commis.

SVHS : C'est ainsi que l'on glisse vers l'acceptation ?

C.B. : Il est important de travailler à la compréhension de ces agissements. Là, je rentre du Burkina Faso où des militaires ont tué des enfants à coups de pierre. Un des chercheurs avec qui je travaille m'a dit : "Oui, mais tu vois, c'était des terroristes." Cette même personne, il y a un an, n'aurait jamais tenu ces propos, dont il s'est immédiatement excusé. Le pire c'est qu'il le pense, alors qu'il vit là-bas à Ouagadougou, qu'il a des enfants... Et que pour lui, c'est la seule réponse à avoir face à des terroristes. C'est la même chose avec cette femme qui a intégré le viol commis par son mari comme étant "normal".

SVHS : Au-delà de la personne violée, c'est aussi la famille, la communauté qui est touchée ?

C.B. : Le viol lié au conflit est une arme à déflagration multiple. Si toute exaction commise sur un civil, comme la torture, a un impact sur la famille de la victime, le viol, lui, est infligé avec cette intention-là. En Afrique, la vie communautaire est très forte, car elle est aussi liée à l'organisation des différentes ethnies. Quand un viol a lieu, il va entraîner des répudiations, des hontes... La communauté se sent agressée.



C'est un permis de torturer, une volonté d'humilier qui va avoir un impact à long terme

V.N.-G. : Toute torture est un viol qui détruit, qui dénude, qui humilie ; tout viol est une torture. En outre, le viol détruit le lien familial puisque le violeur prend la place du père, du mari et du fils. C'est aussi un crime qui continue dans le temps. Contrairement au coup de couteau qui va

En Afrique, les victimes de viols sont souvent chassées de la communauté. Les enfants nés de ces grossesses –ici en République Démocratique du Congo–, non désirés, sont eux aussi stigmatisés.



cicatriser, il y a, ici, le risque de grossesse. Souvent, les femmes pensent que l'enfant ressemblera au violeur, alors elles s'en débarrassent

SVHS : Comment réparer les dommages subis ?

V.N.-G : Vive le déni ! N'obligez jamais quelqu'un

à raconter, parce que raconter c'est revivre. Laissons les femmes ne pas en parler, tant pis, elles le feront quand elles en auront besoin, mais entourons-les. Il faut du tact, du temps, des moyens, des lieux adaptés. Autant le traumatisme a été atroce, autant le soin doit être doux. Mais, c'est

du cas par cas et la justice doit continuer.

C.B. : L'exemple de la création du réseau Sema [un réseau d'entraide de victimes et survivants de crimes sexuels en temps de guerre dont le nom veut dire "parle" en swahili, NDLR] est probant. L'idée est de donner une parole publique forte aux victimes. Non pas pour raconter comment elles ont été violées, mais pour qu'elles puissent dire ce qu'elles ont vécu, comme elles veulent le dire, et qu'on les entende. Cela permet, ensuite, d'avoir des discussions au sein des communautés.

SVSH : Le dialogue est essentiel ?

C.B. : Au Rwanda, Paul Kagamé a mis en place les *gacaca* [des tribunaux populaires, NDLR] où victimes et génocidaires ont entamé un dialogue et permis un apaisement. En Colombie, des membres repentis des Farc rencontrent des victimes [via la Commission de la vérité, un tribunal spécial pour la paix, NDLR]. Et il y a toute la question des enfants soldats. Des adolescents qui ont commis les pires atrocités. Tous ces jeunes ont leur vie devant eux, il faut traiter leur traumatisme, car sinon on ne fait que reproduire de la violence. ■

**Céline Bardet a travaillé au Tribunal pénal international pour l'ex-Yougoslavie (TPIY), puis douze ans dans les Balkans.*

***Véronique Nahoum-Grappe s'est rendue dans les camps de réfugiés à la rencontre des victimes de viol en Bosnie-Herzégovine.*



Crimes de guerre

La traque high-tech a commencé

Après la guerre viendront les juges. En Ukraine, des enquêteurs documentent dès aujourd'hui des milliers de dossiers de crimes de guerre. Drones, scanner à 360°, profils génétiques, analyses des témoignages disponibles en open source... Tous les moyens techniques sont bons pour traquer les assassins. PAR KHEIRA BETTAYEB



Des experts médico-légaux français et ukrainiens examinent les blessures sur le corps de Serhii Avdeev, à Kharkiv, un soudeur de 33 ans ayant servi dans l'armée ukrainienne, assassiné par l'armée russe.

Bombardements de zones résidentielles et d'infrastructures énergétiques, exécutions sommaires, actes de torture, déportations d'enfants, destructions d'écosystèmes... l'Ukraine est qualifiée de "scène de crime à ciel ouvert" par la Cour pénale internationale (CPI). Afin que ces atrocités ne restent pas impunies, des milliers d'enquêtes ont été ouvertes. Ces investigations doivent rassembler le plus d'éléments

de preuves susceptibles d'aider à traduire les auteurs de ces crimes en justice. Qui les lancent ? "Des ONG comme Amnesty International, qui réalisent leurs propres enquêtes", détaille Sarah Jamal, spécialiste en droit international à l'université Paris-2 Panthéon-Assas. "Elles sont également menées par les Nations unies, qui disposent de plusieurs organes pouvant mettre en place des commissions d'enquête (Conseil des droits de l'homme, Conseil de sécurité...); par les juridictions nationales des pays en guerre, et par celles d'autres États, comme la France. Grâce au mécanisme de 'compétence universelle', celle-ci peut, dans certains cas (torture, déportation...), se saisir de faits commis à l'étranger, même s'ils n'impliquent pas de Français."

La justice française peut solliciter l'intervention d'enquêteurs spécialisés : les officiers de police judiciaire de l'Office central de lutte contre les crimes contre l'humanité et les crimes de haine (OCLCH), une unité spéciale rattachée à la Gendarmerie nationale. "Depuis sa création, l'OCLCH a enquêté ou enquête sur plus de 150 crimes de guerre présumés, commis entre autres au Rwanda [au début des années 1990, NDLR] en Syrie [depuis 2011, NDLR] et en Ukraine", détaille l'adjudant-chef Arnaud, enquêteur dans ce service. Alors que les ONG comme Amnesty International s'autosaisissent elles-mêmes et collectent des éléments mis à la disposition de tous (par la CPI, les États, les victimes et leurs avocats...), "l'OCLCH intervient sous la direction d'un magistrat dans le cadre d'un dossier précis en vue d'un procès en France". Ce fut par exemple le cas en mai 2023 après la mort du journaliste Arman Soldin, tué dans une frappe de roquettes en Ukraine.

UN SIMPLE POST SUR LES RÉSEAUX

Évolution majeure de ces dix dernières années, les gendarmes de l'OCLCH et les autres acteurs enquêtant sur de potentiels crimes de guerre recourent à l'analyse d'informations en "open source" – ces images et données mises en ligne par des témoins, bourreaux ou victimes, sur les réseaux sociaux ou les blogs, et librement accessibles à tous. "Utilisée pour la première fois dans le cadre



de la guerre en Syrie, quand cet État a fermé ses frontières et a ainsi empêché les enquêteurs de se rendre sur place, l'analyse de données en open source est devenue courante avec le conflit en Ukraine", souligne Sarah Jamal, qui codirige un projet de recherche sur "la participation des individus aux enquêtes en droit international à travers les réseaux sociaux". Un simple post sur les réseaux peut ainsi devenir la preuve d'un crime de guerre.

Ce mode d'enquête permet d'accéder rapidement et facilement à des éléments de preuves, mais il implique de nouvelles difficultés : analyser un flux important de données sans s'y noyer et, surtout, distinguer les vraies informations des fausses. Pour relever ces deux défis, Amnesty International s'est doté en 2013 d'un laboratoire dédié : l'Evidence Lab (ou Laboratoire de preuves), une structure qui comprend aujourd'hui une trentaine d'enquêteurs. Pour s'assurer de l'authenticité des images en ligne, "ces spécialistes utilisent des outils informatiques permettant d'analyser leurs métadonnées (date et heure de création, lieu de prise de vue...). Ils peuvent aussi les recouper avec des images satellites

ou des photos prises sur place, pour vérifier, par exemple, que les arbres, les bâtis et les rues concordent", précise Donatella Rovera, enquêtrice pour Amnesty International.

RECHERCHE ET ANALYSE SCIENTIFIQUE

"Si les données en open source représentent désormais une composante majeure de nos enquêtes, relève l'adjudant-chef Arnaud, ces informations constituent seulement un type d'indice, qui vient s'ajouter à d'autres, plus

“ Les données en open source s'ajoutent aux preuves matérielles : vêtements de victimes, projectiles, reconstitutions. . . ”



La police criminelle exhume les corps de plus de 440 militaires et civils enterrés par l'armée russe dans les bois d'Izioum, près de Kharkiv (à gauche). En France, l'IRCGN a aussi dépêché des gendarmes experts de l'analyse scientifique à Boutcha.

traditionnels, recueillis directement sur le terrain, comme les témoignages et les éléments de preuves matériels : vêtements de victime, projectiles, reconstitutions...”

Pour collecter ces indices matériels, les agents de l'OCLCH peuvent être épaulés par des experts de l'institut de recherche criminelle de la Gendarmerie nationale (IRCGN). Ces gendarmes formés à la recherche et à l'analyse scientifique des indices interviennent d'ordinaire en France sur des scènes de crime, des accidents de la route ou de grosses catastrophes telles que crashes aériens, attentats, explosions industrielles. *“Notre travail permet d'alimenter les dossiers d'enquête de constatations scientifiques objectives, qui aideront à corroborer ou à infirmer les autres types d'éléments de preuves recueillis, et à faire en sorte que le dossier ne repose pas uniquement sur des témoignages ou des images en open source”*, explique le colonel François Heulard, directeur de l'IRCGN. Il a ainsi dirigé la première équipe d'experts français déployée en Ukraine en avril 2022 afin d'aider les autorités à enquêter sur de possibles crimes de guerre perpétrés à Boutcha, au nord de Kiev.

Les équipes de l'IRCGN “projetées” en Ukraine comprennent jusqu'à une vingtaine d'agents, spécialisés dans différentes disciplines : *“des médecins légistes et des balisticiens pour l'étude des blessures des victimes ; des experts en munitions et en explosifs pour identifier les armes utilisées et leur origine ; des spécialistes en génétique, en empreintes digitales et en odontologie [étude des dents, NDLR] pour l'identification formelle de corps...”*, précise le colonel François Heulard. Ces experts ont accès à des techniques de pointe. Ainsi *“le Lab'ADN, un laboratoire mobile d'analyse génétique rapide qui permet de réaliser en moins de 24 heures un nombre important de profils ADN. En France, il est utilisé sur les grosses catastrophes”*. Ils ont également recours à *“du matériel qui ‘gèle’ la scène de crime [en la photographiant et en la décrivant précisément afin d'en conserver tous les détails, NDLR] : des caméras, des drones ou le scanner laser”*, poursuit l'officier. Utilisé seulement depuis quelques années, ce dernier outil balaye la scène à 360° autour de lui à l'aide d'un faisceau laser. Cette opération permet d'en numériser tous les détails en 3 dimensions et au millimètre près. Résultat : il est possible de repasser au crible une scène de crime afin de mieux l'analyser des années plus tard. De quoi empêcher les criminels de guerre de dormir en paix après la fin du conflit. ■

ANTICIPER

A soldier in futuristic, dark grey armor stands on a dirt path, looking out over a lush, green rural landscape. The scene features terraced fields, a small village with thatched-roof houses, and rolling hills under a bright blue sky with a few clouds. In the top right corner, a small helicopter is visible in flight.

La gestion de l'énergie
en temps de guerre, selon
l'un des scénarios futuristes
de la Red Team (voir p. 98).



BAT.
MOB.
A.T.

ADRIEN ESTÈVE

“Pour Kiev, la guerre est un écocide”

Tandis qu'en Ukraine, la destruction de l'environnement est utilisée comme une arme de guerre, Adrien Estève, chercheur associé au Centre de recherches internationales (Ceri), évoque les conséquences environnementales des conflits. PAR ARMELLE CAMELIN



SVHS: La guerre a-t-elle déjà eu un impact négatif sur l'environnement ?



Adrien Estève : Elle a toujours provoqué de lourds dégâts. Lors des batailles antiques, des incendies volontaires ou des inondations étaient déclenchés pour détruire des forêts ou des terres. On peut citer l'exemple légendaire du salage de la ville de Carthage, après sa destruction par Rome. De même, les attaques biologiques ont toujours existé. Au Moyen Âge, par exemple, on essayait d'inoculer la peste à son ennemi en envoyant des cadavres par-dessus les remparts. Les dommages écologiques ont toujours été là, mais ils se sont intensifiés dans l'histoire récente. L'utilisation de l'artillerie au xv^e siècle donne une première accélération. Ensuite, au xix^e siècle, l'industrialisation et la mécanisation de nos sociétés imposent un nouveau tournant : les véhicules, les armes, les technologies sont bien plus nocifs, à la fois pour les victimes civiles et pour l'environnement. Un paroxysme est atteint pendant les deux guerres mondiales, autant par le nombre des victimes que par les dommages causés à l'environnement. Dans le nord de la France et en Belgique, on trouve encore aujourd'hui des obus et des sols contaminés au mercure par les munitions. Les

niveaux de destruction des écosystèmes causés par ces guerres n'ont jamais été égalés, que ce soit pendant la guerre du Viêt Nam ou, aujourd'hui, en Ukraine.

SVHS: Depuis quand les dommages causés à l'environnement en temps de guerre soulèvent-ils un débat international ?

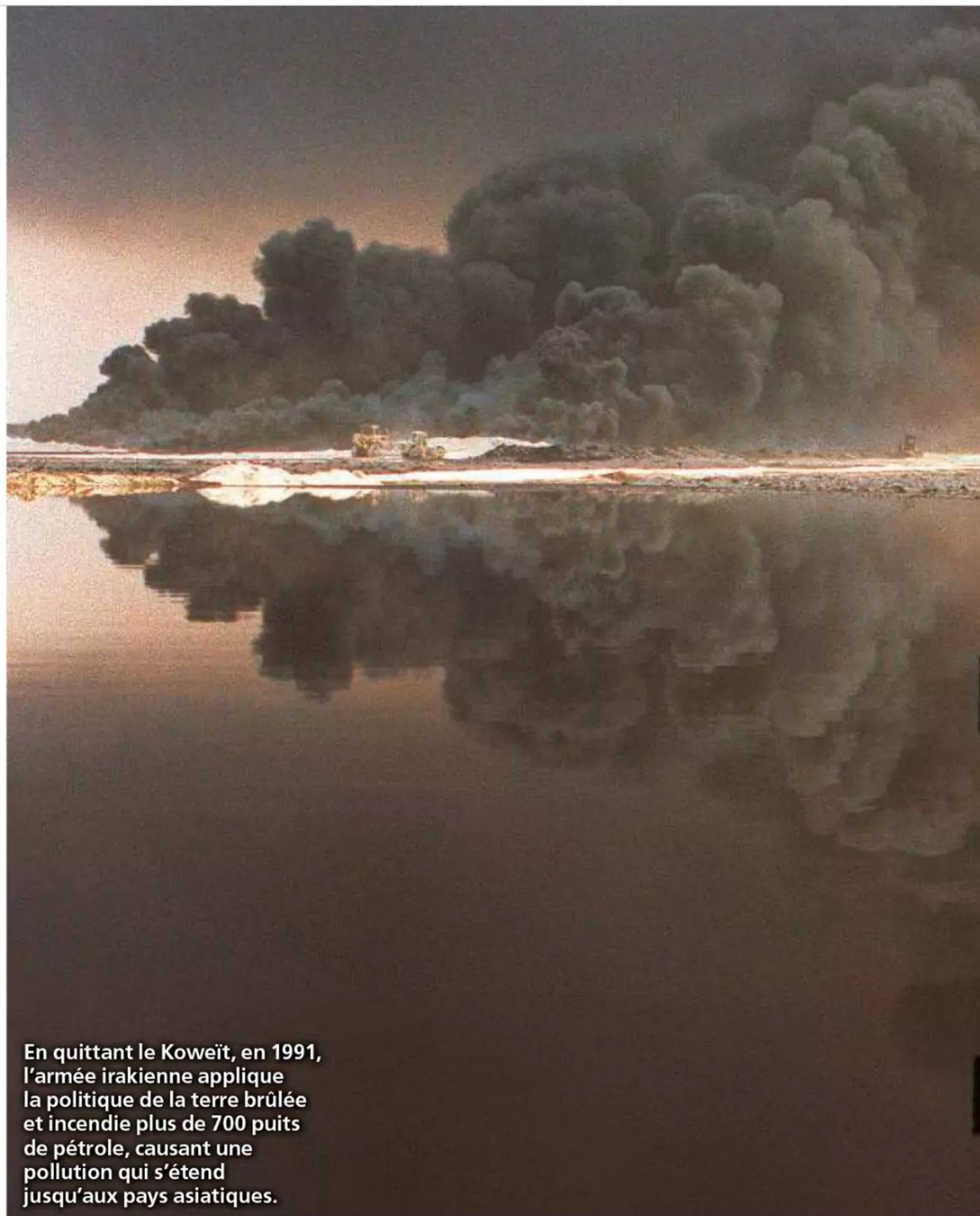
A. E. : C'est très récent. Malgré les témoignages anciens sur les conséquences environnementales de la guerre, la prise de conscience juridique, morale et politique n'a lieu que dans les années 1970 pendant la guerre du Viêt Nam. À ce moment-là, les témoignages d'utilisation de certaines armes, comme l'agent orange et le napalm, aux effets particulièrement destructeurs, ont choqué. La dimension de scandale est très importante. L'emploi problématique de l'agent orange pour défolier la jungle vietnamienne et révéler la présence de troupes choque. Cet herbicide a eu des effets sanitaires et écologiques à long terme très documentés : pollution des nappes phréatiques, malformations chez les nouveau-nés, etc. Par le passé, les armes chimiques ont déjà eu des effets sanitaires conséquents, mais parce que la guerre du Viêt Nam est impopulaire, parce qu'elle est scrutée, parce qu'elle est la première à être filmée, photographiée, ça a eu l'effet d'un

Des volontaires viennent en aide à des habitants de villages inondés, suite à la destruction par l'armée russe du barrage hydroélectrique de Kakhovka, le 6 juin 2023. Un acte qui a aussi entraîné la pollution de terres agricoles et l'inondation d'un haut lieu de biodiversité.

électrochoc sur les populations. Certes, la Convention de Genève, établie à l'issue de la Seconde Guerre mondiale, intégrait un tout petit peu la question environnementale, mais le protocole additionnel de 1977 lui donne une dimension beaucoup plus importante, ainsi que la convention Enmod de 1976, qui interdit l'utilisation de techniques de modification de l'environnement à des fins militaires.

SVHS: Actuellement, en Ukraine, les attaques environnementales sont-elles plus importantes que lors des précédents conflits ?

A. E. : Non. Ce qui se passe actuellement en Ukraine est très similaire à ce que l'on a pu observer pendant la guerre du Golfe ou la guerre en Syrie. Les tactiques russes sont les mêmes que celles utilisées en Syrie. Ce qui change, ce n'est pas le niveau de destruction des écosystèmes, mais la perception que l'on en a. Cela nous choque davantage parce que cela se passe en Europe. La destruction d'infrastructures énergétiques, comme le bombardement du barrage hydroélectrique de Kakhovka, est une chose



En quittant le Koweït, en 1991, l'armée irakienne applique la politique de la terre brûlée et incendie plus de 700 puits de pétrole, causant une pollution qui s'étend jusqu'aux pays asiatiques.

qui, déjà, pesait sur la Syrie. Beaucoup plus d'images de cette guerre circulent, notamment parce que l'Ukraine, en tant que pays, fait un usage intelligent de la

question environnementale. Zelenski en parle beaucoup. Les autorités ukrainiennes emploient le mot "écocide", qui signifie crime environnemental de guerre, c'est-à-dire la destruction volontaire disproportionnée de l'environnement à des fins militaires.

SVHS: Les autorités ukrainiennes ont commencé à documenter ces crimes environnementaux. Des applications sur lesquelles

“ Lors des batailles antiques, des inondations volontaires étaient déclenchées pour détruire des forêts ou des terres



les citoyens peuvent témoigner d'une attaque environnementale (inondation, déversement de produit toxique, marée noire...) voient le jour. C'est nouveau?

A. E. : Oui, et cette quantification des dommages est très importante. L'Ukraine permet un accès aux données beaucoup plus important que la Syrie. Elle a, par exemple, demandé aux organisations comme le Programme des Nations

unies pour l'environnement d'enquêter en Ukraine. Toutefois, ce ne sera pas simple de classer la nature des écocides : il y a une grande hétérogénéité du type de dommages et il n'existe pour l'instant aucune norme juridique qui permet de distinguer un écocide d'un acte de guerre proportionné. Certaines destructions environnementales sont justifiées par les impératifs guerriers. Par exemple, si, en bombardant

la tranchée adverse, on rate l'objectif et on brûle un peu une forêt à côté, c'est justifié par le fait qu'on essaie de bombarder la tranchée. La forêt est une sorte de victime collatérale d'une attaque proportionnée. Pour l'instant, le mot écocide n'apparaît dans aucune convention. L'environnement n'est pas une victime de guerre à part entière. La guerre en Ukraine servira peut-être à adopter un mode de compréhension plus écologique des conflits.

SVHS : 10 000 drones détruits chaque mois. C'est une pollution nouvelle ?

A. E. : Oui, une pollution avec beaucoup de composants électroniques, de piles, de batterie. Actuellement, on parle de nuées de drones au-dessus des tranchées et des champs de bataille. Ils sont parfois très artisanaux, coûtent une cinquantaine d'euros, sont détruits facilement, mais ils laisseront une trace dans la terre. Toutefois, j'ai des doutes quant à savoir si cette pollution sera plus importante que celle occasionnée par les bombes. Les bombardements actuels rappellent la Grande Guerre : celui qui gagne, c'est celui qui bombarde le plus. C'est plutôt ça qui m'inquiète. Ça, et le retour de l'usage des mines, côté russe, pour défendre les territoires acquis face à la contre-offensive. L'enjeu du déminage en Ukraine va être monumental : cela va coûter des millions et des millions de dollars.

“ La convention Enmod de 1976 interdit l'utilisation de techniques de modification de l'environnement à des fins militaires ”

SVHS : Les tensions s'intensifient autour de la centrale nucléaire de Zaporijjia. On parle aussi beaucoup de l'industrie chimique en Crimée. Par exemple l'usine Titan d'Armiansk, qui stocke de l'ammoniac et qui aurait été minée par les Russes. Est-ce que l'on peut dire que Moscou a une stratégie écocide ?

A. E. : C'est un peu fort, mais on ne peut pas nier que c'est une guerre de destruction. La stratégie de la Russie peut être assimilée à celle de la terre brûlée : l'objectif est le gain territorial, peu importe l'état du territoire gagné. Les Russes détruisent systématiquement les infrastructures civiles, militaires et l'environnement. S'ajoute à cela un double chantage au nucléaire. D'un côté, ils entretiennent de la tension autour de la centrale de Zaporijjia, comme ils l'avaient fait pour Tchernobyl ; et de l'autre, ils évoquent la menace de l'usage tactique de l'arme nucléaire. Avec la centrale de Zaporijjia, les Ukrainiens et les Russes se livrent à un jeu de poker menteur. C'est une constante dans tous les conflits armés : la tactique de la terre brûlée est moins militaire que psychologique. Par exemple, l'explosion du

barrage n'a pas entraîné de gains opérationnels majeurs, les Russes aussi ont dû déplacer les troupes. En revanche, l'effet le plus notable a été de saper le moral de la population et du gouvernement ukrainien.

SVHS : Est-ce que l'on peut d'ores et déjà chiffrer les dégâts environnementaux ?

A. E. : Le Programme des Nations unies pour l'environnement a commencé ses évaluations. Je pense que c'est la première fois que l'on évalue aussi vite, aussi précisément et à des fins de reconstruction. Cela me donne un grand espoir : à la fin de ce conflit, nous aboutirons peut-être à des normes, à des jugements qui permettront d'établir un droit environnemental



Dans la nuit du 23 au 24 août 2018, de l'anhydride sulfureux provenant de l'usine Titan, qui fabrique des pigments de dioxyde de titane, s'est propagé dans l'air de la ville d'Armiansk, au nord de la Crimée occupée par la Russie.

des conflits armés, avec un impératif de reconstruction et de déminage. Jusqu'à présent, il n'y a jamais eu de jugement pour écocide comme cela a été le cas pour les crimes contre l'humanité ou les crimes de guerre.

SVHS: Quelles sont les stratégies de défense contre les attaques environnementales?

A. E. : Il y a les stratégies défensives antimissiles traditionnelles. Mais on

sait désormais que si votre adversaire veut détruire un barrage, il n'y a pas grand-chose à faire qui puisse l'en empêcher. Dans le contexte des années 2000-2010, lors des interventions américaines et françaises, les armées faisaient attention à l'environnement. Si l'on détruit l'environnement, la population peut se rebeller contre nous. On préférerait s'en faire une alliée. En Ukraine, on a un retour à une guerre à l'ancienne,

où l'environnement n'est pas du tout un paramètre. Il n'y a aucun avantage stratégique à prendre en compte l'environnement, à part, éventuellement, quand il s'agit de le détruire.

SVHS: Le réchauffement climatique va générer des crises – en termes militaires, on parle d'un "multiplicateur de menaces". De son côté, la guerre booste le dérèglement climatique. C'est un cercle vicieux ?

A. E. : La guerre qui se mène actuellement en Ukraine et en Russie a une empreinte carbone considérable [les estimations varient entre 65 Mt et 155 Mt de CO₂, NDLR]. Il n'y a aucune armée aujourd'hui qui ne dépend pas des hydrocarbures. Il n'y a pas de véhicules terrestres électriques, peu d'hybrides et quasiment pas de biocarburant. Ce qui intéresse les militaires, ce n'est pas "Combien émet mon char d'assaut ?", mais "Comment puis-je accélérer de 0 km/h à 150 km/h en 10 secondes pour intercepter un insurgé 4 km plus loin ?".

“ Ce qui change, ce n'est pas le niveau de destruction des écosystèmes, mais la perception que l'on a de ces destructions ”





Ils ne sacrifieront jamais l'impératif opérationnel aux enjeux écologiques, et, honnêtement, même si je lutte pour que l'armée prenne plus en compte ces enjeux écologiques, je me rends bien compte qu'il y a un saut technologique majeur à faire pour qu'ils acceptent. Les recherches sont en cours et c'est très complexe parce que cela dépend des

Un demi-siècle après les faits, les cratères laissés par les bombardements des avions de guerre américains grèlent toujours la campagne de Phôngsavan, dans la province de Xieng Khouang, au Laos. Pendant la guerre du Viêt Nam, les États-Unis ont largué 260 millions de bombes sur le Laos.

équipements et des armées. Par exemple, dans la marine, la propulsion nucléaire est l'avenir en termes de furtivité, d'efficacité. Mais quelles seraient les conséquences écologiques de

“ À la fin de cette guerre, nous aboutirons peut-être à un droit environnemental des conflits armés

l'explosion d'un navire à propulsion nucléaire? D'un point de vue environnemental, à court terme, il faudrait déjà que les activités de l'armée en temps de paix sur le territoire national répondent aux mêmes exigences écologiques que n'importe quel secteur de l'action publique. C'est-à-dire qu'il faudrait isoler les bâtiments, préconiser des véhicules électriques, etc. En opération extérieure, on peut toujours essayer d'introduire des innovations technologiques pour limiter l'empreinte carbone, mais l'armée, en temps de guerre, sera sans doute l'un des derniers secteurs à prendre en compte son empreinte écologique. ■

Red Team

Les devins de la guerre

Cette équipe recrutée par l'Agence de l'innovation de défense française est composée de sept auteurs et scénaristes de science-fiction. Accompagnés d'experts militaires et d'enseignants-chercheurs, ils sont chargés d'imaginer la teneur des conflits à l'horizon 2030-2060. PAR ARMELLE CAMELIN

Nous sommes en 2030. L'homme a inventé un carburant spatial révolutionnaire. De nouveaux minerais sont découverts sur les astéroïdes. La ruée vers l'espace déclenche une guerre techno-économique mondiale... Science-fiction? Aujourd'hui peut-être, mais demain, qui sait? Ce synopsis fait partie des scénarios imaginés par la Red Team pilotée par l'Agence de l'innovation de défense française (AID) en coopération avec la Direction générale de l'armement (DGA), l'état-major des armées et la Direction générale des relations internationales et de la stratégie (DGRIS). "Quand j'ai intégré l'équipe en tant qu'autrice de science-fiction, raconte Virginie Tournay, directrice de recherche CNRS en sciences politiques et sociales, on m'a demandé d'imaginer des scénarios dans lesquels je devais 'tordre' la société : pousser les tendances et les conflictualités actuelles pour voir ce que ça donnerait ensuite..." Un autre exemple : nous sommes toujours en 2030 ; un implant neuronal permet à chaque individu

d'acquérir en un clin d'œil des connaissances et des compétences. L'utilisation militaire de cet implant transforme la guerre. "Nous n'avons pas fait de prospective, poursuit Virginie Tournay, au sens où l'idée n'était pas de décrire ce qui allait probablement se passer. Notre rôle était de regarder ce qui était plausible : explorer des théâtres d'opérations, des conflits qui ne vont pas nécessairement se produire, mais qui peuvent arriver."

Pendant quatre ans, Virginie Tournay a eu accès à des documents classés secret-défense. "La Red Team n'était soumise à aucune règle : ils avaient le droit de dire tout ce qu'ils voulaient et il n'y avait aucun rapport hiérarchique", décrit le commandant Jean-Baptiste Colas, responsable du projet au sein du ministère des Armées. Depuis sa création en 2019, huit scénarios ont été ainsi développés. Trois équipes supplémentaires ont apporté leur soutien aux auteurs : "La Blue Team, décrit le commandant, est composée de militaires qui travaillent à la préparation de l'avenir de l'armée. La Black Team est chargée de mettre les scénarios en

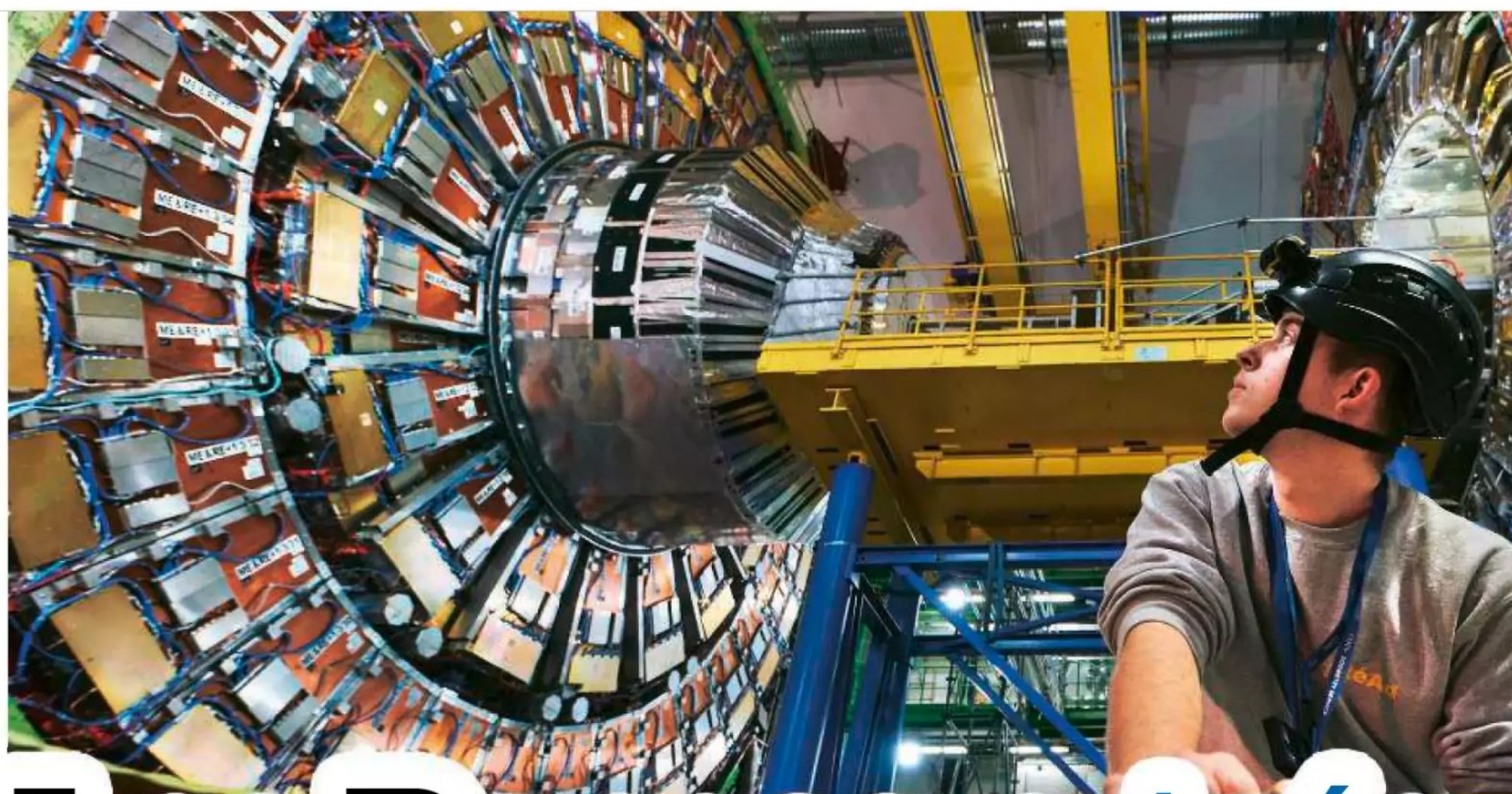




La saison 2 des scénarios de la Red Team s'intéresse, entre autres, aux conflits qui pourraient naître d'une pénurie énergétique.

image, en son et en vidéo. Et la Purple Team est constituée de scientifiques de l'université Paris Sciences & Lettres et d'anciens militaires chargés d'apporter matière et crédibilité aux auteurs. Pour le scénario de l'implant neuronal, les auteurs ont ainsi reçu l'aide de Valérian Chambon, directeur de recherche en psychologie cognitive CNRS à l'École normale supérieure, qui leur a indiqué où en étaient les recherches actuelles en neurosciences sur l'acquisition de connaissance. Pour un autre scénario imaginant une nation pirate vivant sur des villes flottantes, les auteurs ont reçu l'aide de spécialistes en petits réacteurs nucléaires et en pisciculture. Seule une partie des huit scénarios est aujourd'hui accessible au grand public — le reste est classé secret-défense. *“L'objectif était de nourrir le ministère des Armées en profondeur, explique le commandant Colas. Les deux derniers scénarios ont été restitués le 29 juin dernier. Nous allons désormais capitaliser sur ce qui a été réalisé pendant ces quatre années.”*

Associé au projet, Cédric Denis-Remis, vice-président au développement à l'université Paris Sciences & Lettres, espère poursuivre ce type d'expérimentation : *“Nous commençons déjà à travailler sur des sujets majeurs de société, comme la santé, l'industrie, le climat ou l'écologie.”* Une matière inépuisable, abordée par la Red Team : en 2045, le vivant manipulé génétiquement est utilisé par l'industrie – production d'hydrocarbure, génie civil, santé humaine – mais les conséquences biologiques deviennent incontrôlables... Une guerre contre la nature elle-même s'engage. L'humain sera-t-il le plus fort ? La réponse est classée secret-défense. ■



Les Russes privés de science ?

L'émoi provoqué par l'invasion russe en Ukraine s'est traduit par des sanctions scientifiques inédites contre Moscou, proclamées peu après le début du conflit. Les conséquences s'en font aujourd'hui lourdement sentir. PAR PASCALE-EMMANUELLE LAPERNAT-GUILHAUMON

Pour de nombreux chercheurs russes, les sanctions académiques et scientifiques imposées par l'Occident à Moscou ont un goût amer. De multiples voix universitaires russes s'étaient en effet élevées contre l'action de Vladimir Poutine au début de la guerre en 2022, notamment par le biais d'une pétition ayant recueilli plus de 7000 signatures. La réponse du pouvoir a été cinglante : ces voix ont été muselées, la pétition retirée de son site, et les recteurs d'universités et centres de recherche ont signé une déclaration de soutien à leur président.

Résultat, les principes de liberté académique, de la science comme langage commun universel, sont mis à mal, avec des conséquences aux contours incertains. *“L'autonomie de la recherche, avec la notion complexe de neutralité de la science, cède face à la sphère politico-diplomatique”*, analyse Pierre-Bruno Ruffini, professeur de sciences économiques à la faculté des affaires internationales Le Havre-Normandie, et ayant participé au projet de recherche européen Inventing a Shared Science Diplomacy for Europe (InSciDE). Vous avez dit *“Science Diplomacy”* ? *“La diplomatie scientifique comporte deux aspects : d'abord, des*



Le "Solénoïde compact pour muons", installé sur l'accélérateur de particules LHC, au Cern, est un programme international qui regroupe 54 pays.

canaux de discussions entre chercheurs, politiques et diplomates, à visée transformative" [visant à faire évoluer certaines pratiques, par exemple les émissions de gaz à effet de serre, NDLR]. L'autre aspect, c'est la capacité supposée de la coopération scientifique internationale à atténuer les conflits politiques entre les pays. "Cette diplomatie a été mise en lumière vers 2010, explique le chercheur, même si elle se pratiquait déjà pendant la guerre froide. C'est du soft power : la science comme synonyme de paix. Mais avec la guerre en Ukraine, on bascule dans le hard power : la coopération scientifique devient une arme pour combattre un pays. Les priorités sont politiques, les sanctions scientifiques n'ont pas été justifiées autrement que par la réprobation morale et l'indignation."

La fin des coopérations avec la Russie impacte d'abord la recherche dans les domaines à forts besoins financiers et instrumentaux. Le conseil

“ La diplomatie scientifique, c'est du soft power : la science comme synonyme de paix. Mais là, on bascule dans le hard power ”

du CERN a suspendu le statut d'observateur de la Russie, et a déclaré son intention de ne pas renouveler les accords de coopération internationaux avec cette dernière à leur expiration en 2024. Sa devise est pourtant "Science for Peace" ! "Tout ceci aura pour conséquence de mettre fin à la collaboration et l'expertise de près de 870 membres personnels associés des instituts russes", dit Pippa Wells, directrice adjointe pour la recherche et l'informatique au Cern. "Nous travaillons pourtant avec des Palestiniens et des Israéliens, des Indiens et des Pakistanais, et les Soviétiques étaient présents depuis 1967, malgré la guerre froide..." Résultat, les financements russes vont cesser. Or, ils correspondent à 6 % des coûts de quatre grandes expériences menées par l'institution et 3,5 % des coûts d'améliorations des expériences Atlas [un détecteur qui sonde les particules fondamentales pour étudier des domaines de physique variés comme la formation de la matière noire, NDLR] et CMS [Solénoïde compact pour muons, NDLR]. Les contributions seront redistribuées entre la quarantaine d'États membres (dont sont issus les instituts collaborant aux expériences). L'Institut unifié de recherche nucléaire (JINR), organisation internationale basée près de Moscou, serait également sur la sellette.

LA RECHERCHE ARCTIQUE IMPACTÉE

De son côté, le CNRS a suspendu toutes les nouvelles formes de collaborations avec la Russie – soit 65 projets faisant l'objet d'un financement spécifique. "Les scientifiques affectés par le CNRS en Russie dans trois de nos cinq laboratoires labellisés 'laboratoires de recherche internationaux' ont quitté rapidement la

Russie”, indique-t-on à l’institution. Le Centre scientifique interdisciplinaire Poncelet (ISCP) à Moscou, désigné comme une plateforme de coopération et centre de cristallisation des collaborations franco-russe, a ainsi subi ces départs. Ces sanctions ont des incidences dans de nombreux domaines de recherche scientifique. Par exemple, la recherche arctique, où la Russie tient une grande place. L’enjeu géopolitique lié à la fonte de la banquise y concentre les tensions, avec des conséquences pour les programmes de recherche sur le réchauffement climatique. Les études menées en Sibérie sur le pergélisol se déplacent en Amérique du Nord et en Europe du Nord, et les chercheurs regrettent l’absence des données de terrain russes. Tous les grands défis planétaires (climat, environnement, fonds marins) exigent le partenariat actif de la Russie et sa participation aux discussions et aux plans d’action. Comment atteindre les objectifs mondiaux si Moscou est mis de côté ?

Autre casse-tête : les publications scientifiques. Les auteurs affiliés aux institutions russes sont boycottés. L’impact est énorme sur des organismes comme le CNRS, dont le nombre de publications impliquant des scientifiques russes s’élevait à 1 800 en 2021. Au Cern, une année s’est écoulée sans parution, avant que l’on ne trouve un consensus : les auteurs des instituts de Biélorussie et de Russie (y compris JINR) sont “affiliés avec un institut en coopération avec le CERN”, sans plus de précision. Côté russe, l’accès aux publications est compromis par le fait que des éditeurs scientifiques tels qu’Elsevier refusent désormais de vendre la plupart de leurs productions et de leurs services en Russie.

Alice Pannier, responsable du programme géopolitique des technologies à l’Institut français des relations internationales (Ifri),



En Ukraine, après le passage des forces russes, des milliers d’objets et d’œuvres d’art de valeur ont disparu, comme ici au musée de Kherson.

souligne que “*tout le monde fait face au même dilemme : ouverture ou fermeture à la collaboration scientifique dans les domaines sensibles comme la cybersécurité, le quantique, l’IA... La question se pose de restreindre cette coopération à des intérêts communs, comme la santé, l’agriculture et le climat. La recherche russe va être très fortement impactée. Cela peut être vu comme un test pour les futurs développements avec la Chine.*”

REDISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Pierre-Bruno Ruffini, quant à lui, observe qu’après dix-huit mois de conflit, la recherche continue globalement, mais ailleurs. Les sanctions ont pour conséquence la redistribution

“ Dans les domaines sensibles comme la cybersécurité, le quantique, l’IA... la question se pose de restreindre cette coopération à des intérêts communs ”



géographique des collaborations scientifiques. Les Russes renforcent leurs partenariats avec les pays asiatiques de l'Organisation de coopération de Shanghai et les Brics (Brésil, Afrique du Sud, Chine, Inde), polarisant le monde de la recherche. *“Le choix des pays partenaires va prévaloir sur les sujets de recherche”*, prévient le professeur. Et pendant ce temps, les liens individuels tissés entre chercheurs russes et occidentaux se délitent.

L'archéologie est une autre grande victime de la guerre. En Sibérie, les recherches du CNRS au sein des laboratoires de coévolution Homme-milieu en Sibérie orientale (à Iakoutsk) ont été suspendues. Même chose pour les recherches interdisciplinaires sur l'art préhistorique d'Eurasie ou l'archéozoologie en Sibérie et en Asie centrale. D'autant qu'un autre phénomène entrave la recherche historique et archéologique indépendante : l'explosion des problématiques identitaires. Dans ce domaine, la guerre a exacerbé les tensions. L'Ukraine et la Russie veulent renforcer leur identité en interprétant le patrimoine à leur avantage : *“dans son roman national, chacun se réclame par exemple des Scythes [nomades des steppes de l'Antiquité, NDLR]”*, constate Thibaut Castelli, chercheur associé à l'université Paris-Nanterre et spécialiste de la mer Noire antique. *“Les Russes organisent de grandes expositions pour raconter*

un roman qui justifie leur invasion actuelle”. Autre exemple, le vol des reliques de Grigori Potemkine, fondateur de Kherson et grand stratège russe, contemporain de Catherine II : *“Le musée d'Art de Kherson a été vidé par les forces russes, et les ossements de Potemkine ont été emportés !”*, ajoute le chercheur.

La dimension identitaire est également soulevée par Tetiana Hryn'ova, chercheuse ukrainienne au laboratoire CNRS de physique des particules, à Annecy : *“La nationalité des scientifiques célèbres nés en Union soviétique est dite russe par défaut, sans tenir compte de leur pays d'origine. C'est le cas de George Gamow, né à Odessa en 1904 [un des pères de la théorie du Big Bang, NDLR]... Dans les années 1950 déjà, les scientifiques internationaux parlaient de leurs collègues de l'Institut de Kharkiv comme étant russes. Cette situation nuit à la reconnaissance de l'Ukraine, et à l'appropriation de leur histoire scientifique par les jeunes Ukrainiens.”* La chercheuse estime que l'avenir de l'Ukraine au sein de l'Europe passe par la “réhabilitation” des grands scientifiques locaux. La Commission européenne l'aurait-elle entendue ? Avec des programmes comme Horizon Europe, conçu pour financer la recherche européenne, elle montre en tout cas qu'elle veut donner de plus en plus de place à la recherche ukrainienne grâce à une coopération exclusive signée à Kiev en 2021. ■

QUAND LA FRANCE ACCUEILLE LES SAVANTS CONTRAINTS À L'EXIL

Pour certains chercheurs russes ou ukrainiens, c'est une véritable bouée de sauvetage : le Programme national d'accueil en urgence des scientifiques et artistes en exil (Pause) offre aux chercheurs menacés dans leur pays la possibilité de poursuivre leurs travaux en France, via des structures de recherches françaises. Il est financé en grande partie par des fonds publics. À la suite de l'invasion russe en Ukraine, le programme a lancé, le 2 mars 2022, un fonds d'urgence permettant d'accueillir 131 chercheurs ukrainiens. Dans le cadre de ses 3 appels

à candidatures annuels, le programme a accueilli 86 chercheurs ukrainiens et 80 Russes. *“Nous avons été submergés de demandes”*, commente Laura Lohéac, directrice exécutive du programme au Collège de France. *“Près de 250 candidatures ukrainiennes et une centaine de candidatures de Russes opposés à la guerre, dont l'excellent niveau de recherche est sans précédent !”* La recherche ukrainienne a été très affectée par la guerre : 27 % des infrastructures sont détruites ou endommagées, comme le célèbre Institut de physique et technologie

de Kharkiv. *“Nous travaillons pour que le lien des scientifiques avec l'Ukraine soit maintenu, précise Laure Lohéac, afin qu'ils puissent rentrer chez eux après la guerre, pour éviter la fuite des cerveaux.”* Depuis son lancement en janvier 2017, le programme est un miroir de l'actualité internationale. Il a été créé dans le contexte de la guerre en Syrie, quand des archéologues se sont mobilisés pour aider leurs confrères. Depuis, les exilés arrivent de Turquie, d'Afghanistan, du Brésil, d'Éthiopie... Au total, 40 nationalités qui dressent la cartographie des conflits.



À bord de l'ISS, un espace sans conflit

Miracle cosmique ? Alors que les grands programmes spatiaux internationaux sont gelés depuis 2022, les astronautes envoyés sur l'ISS par Moscou et Washington continuent de travailler main dans la main. PAR HÉLOÏSE RAMBERT

Samedi 12 mars 2022, peu après le début de la guerre en Ukraine, Moscou promettait de prendre des mesures spectaculaires pour répliquer aux sanctions occidentales à son encontre. Les Russes brandissaient notamment la menace d'une chute non contrôlée de la Station spatiale internationale (ISS), 500 tonnes au compteur. Le ciel qui nous tombe sur la tête, ni plus ni moins ! À en croire Dmitri Rogozine, alors à la tête de l'agence spatiale russe Roscosmos, le fonctionnement des vaisseaux nationaux ravitaillant l'ISS allait être perturbé par les sanctions, affectant le segment russe de la station, qui sert en particulier à corriger l'orbite de la structure. Avec, pour conséquence, un atterrissage forcé de l'ISS – hors du territoire russe, bien sûr.

Les mois ont passé, la menace a fait long feu et l'ISS reste aujourd'hui accrochée à son orbite. La collaboration scientifique s'y poursuit même sans encombre. Une exception notoire dans un contexte de boycott généralisé

entre les États-Unis, leurs alliés et la Russie, autour des grands programmes spatiaux. Le 17 mars 2022, l'Agence spatiale européenne (Esa) se positionnait officiellement : impossible de prolonger sa coopération avec la Russie. Première victime collatérale du conflit, l'ambitieux projet ExoMars. Le lancement, prévu à l'automne 2022, d'un rover de l'Esa à destination de la Planète rouge à l'aide d'un lanceur et d'un atterrisseur russes se voit suspendu.

Alice Le Gall, spécialiste des surfaces et sous-surfaces du système solaire au laboratoire atmosphères, observations spatiales (Latmos), soutient cette décision, mais elle éprouve un *"sentiment de gâchis"*. Voici douze ans que la scientifique prépare une expérience de sondage pour le rover. *"C'est un coup dur pour tous ceux qui travaillent sur cette mission"*, soupire-t-elle. Les satellites Galileo M10 et M11, Euclid, EarthCare notamment, qui devaient être propulsés par des fusées russes, ont eu les ailes coupées par la guerre déclenchée par Vladimir Poutine.

Pourtant, une lueur d'espoir s'est dessinée mi-juillet avec la signature d'un accord entre la Nasa et Roscosmos pour reprendre les vols conjoints vers l'ISS. Les sept astronautes déjà présents dans la station – trois Américains, trois

Loin de la guerre, les astronautes russes et américains continuent à coopérer au sein de la Station spatiale internationale, dont on voit ici le module d'amarrage Prichal auquel se fixe le vaisseau de ravitaillement Soyouz MS-23, envoyé en février dernier.



Russes et un Émirati – ont été rejoints le 27 août par une Américaine, un Danois, un Japonais... et un Russe grâce à une navette de la société SpaceX. Les onze scientifiques continuent leurs missions de recherche et de maintenance en bonne intelligence... et loin du tumulte terrestre. Il faut dire que le programme ISS a été lancé et piloté par la Nasa, mais développé conjointement par Roscosmos, avec la participation des agences européenne, japonaise et canadienne. Une "grosse machine", donc, qu'il n'est pas envisageable de stopper du jour au lendemain. *"Des projets comme ExoMars*

Le 27 août, l'ISS a accueilli l'équipage du SpaceX Crew-7 composé du commandant de la Nasa, Jasmin Moghbeli (au centre), du pilote danois Andreas Mogensen, du Japonais Satoshi Furukawa et du Russe Konstantin Borissov.

n'avaient pas commencé, aussi faire un coup politique en les repoussant ne coûte rien", souligne Jean-Marc Laurent, responsable de la chaire Défense et Aérospatial à Sciences-Po Bordeaux. *"Ce n'est rien à côté de l'ISS."*

Dans la réalité, il serait très difficile de se passer de la Russie au sein de l'ISS, dont les partenaires sont techniquement interdépendants.

“ La Nasa a cessé de payer des millions à Moscou pour envoyer ses astronautes dans l'espace ”





Personne n'a envie de devenir le méchant qui débranche une coopération internationale spatiale aussi visible

Certes, les États-Unis auraient discrètement élaboré des plans d'urgence pour faire fonctionner la station sans le matériel crucial fourni par Roscosmos si l'agence russe venait à se retirer abruptement. Mais ce divorce soudain ne ferait que des perdants. La Russie, d'abord, n'a pas intérêt à quitter le navire spatial, malgré sa rhétorique. *“Les sanctions qui lui ont été imposées depuis l'invasion de l'est de l'Ukraine et l'annexion illégale de la Crimée, ainsi que les restrictions occidentales, après l'attaque de 2022, ont créé de grands obstacles à la chaîne d'approvisionnement et au développement technologique de Roscosmos”*, explique Benjamin Schmitt, cofondateur du Duke University Space Diplomacy Lab. Par ailleurs, depuis que la navette spatiale américaine a cessé de voler en 2011, les Soyouz russes étaient devenus les seuls vaisseaux capables d'assurer la relève de l'équipage permanent de la station... jusqu'au lancement réussi de la capsule

Crew Dragon par la société privée SpaceX en mai 2020. Ce lancement a permis aux États-Unis de regagner leur autonomie vis-à-vis des Russes. Un gros manque à gagner pour ces derniers. *“La Nasa a cessé de payer des millions à Moscou pour envoyer ses astronautes dans l'espace, continue Benjamin Schmitt. Pour la Russie, se retirer de l'ISS signifierait la fin de la coopération qui subsiste avec la Nasa. Ainsi qu'un certain prestige national, alors qu'elle courtise la Chine en vue de futurs partenariats pour des missions lunaires au cours de la prochaine décennie.”*

UN BESOIN MUTUEL

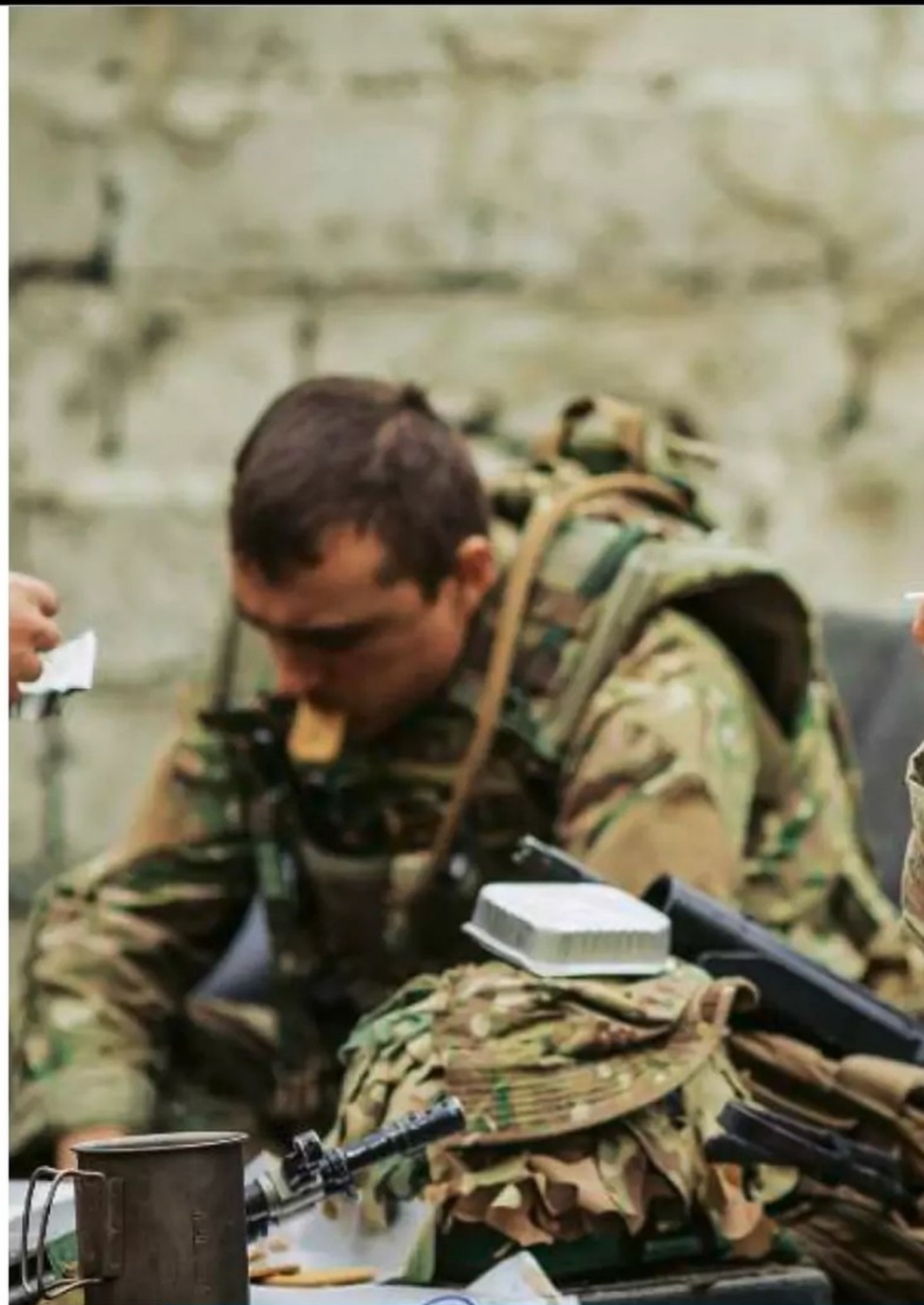
De leur côté, les partenaires spatiaux de la Russie ont encore besoin d'elle. *“Tant que les opérateurs privés américains comme SpaceX ne seront pas viables en tant que fournisseurs de services fréquents, l'ISS bénéficiera des capacités supplémentaires qu'offre la Russie”*, souligne Frans von der Dunk, professeur de droit spatial à l'université de Nebraska-Lincoln. *“D'autant que les Russes disposent d'un grand savoir-faire en matière de vols habités de longue durée.”* Des considérations de nature diplomatique pourraient aussi maintenir l'ISS à flot. *“Dans le contexte ukrainien, chacune des parties en présence s'efforce d'obtenir le soutien d'États non alignés. Alors personne n'a envie de devenir le méchant qui débranche une coopération internationale spatiale aussi visible”*, estime Frans von der Dunk.

Pour le moment, donc, l'ISS résiste. Mais pour combien de temps ? Iouri Borissov, le nouveau patron de Roscosmos, a annoncé en 2022 que la Russie allait mettre un terme à sa participation à la Station spatiale internationale *“après 2024”*. Mais il a ajouté que, d'ici là, la Russie remplirait *“sans doute toutes ses obligations à l'égard de ses partenaires”*. Le nouveau chapitre d'une coopération difficile, mais ô combien symbolique entre les États-Unis et la Russie dans l'espace. Et, peut-être, le dernier. ■

L'équipage Crew-7 est arrivé à bord du véhicule spatial Crew Dragon. Grâce à un accord signé le 15 juillet dernier entre Roscosmos et la Nasa, un Russe a pu y prendre place.



Questions Réponses



Quelles conséquences le conflit ukrainien a-t-il sur la biodiversité?

D'après le Fonds international pour la protection des animaux, elles sont dévastatrices ! Rappelons que le deuxième pays le plus grand d'Europe abrite 35 % de la biodiversité européenne du fait de la présence sur son territoire d'une grande variété d'habitats naturels (prairies vierges et forêts anciennes). Ces écosystèmes sont en train d'être détruits. L'association cite en exemple la désorientation des oiseaux migrateurs passant par les zones de conflits, ou la perturbation des dauphins de la mer Noire par les mines et sonars à basse fréquence. En juin dernier, à la suite de la destruction du barrage de Kakhovka, Kiev annonçait avoir recensé plus de 2 400 crimes de guerre environnementaux. Six mois plus tôt, le ministère ukrainien de la Protection de l'environnement et des ressources naturelles dénombrait 20 % de zones protégées, 600 espèces animales et 750 espèces de plantes et de champignons touchées par les actes de guerre. De son côté, l'ONU, à travers son autorité environnementale, le PNUE, prédit "un héritage toxique pour les générations à venir", mentionnant "des cas de pollution de l'air, de l'eau et du sol et de dégradation des écosystèmes". A. C.

LES ARMES BACTÉRIOLOGIQUES SONT-ELLES FACILES À PRODUIRE ?

La guerre en Ukraine a ravivé la crainte de l'utilisation d'armes bactériologiques, malgré leur interdiction par le droit international. Si la convention de 1972 bannit leur fabrication, leur stockage et leur usage, elle n'est assortie d'aucun mécanisme de vérification. Or, une étude de 2022 a révélé à quel point il est facile d'en produire. Une équipe internationale de chercheurs a utilisé un système d'intelligence artificielle normalement chargé d'écarter les nouvelles molécules pharmaceutiques toxiques. Résultat : en à peine six heures, l'IA a formulé 40 000 molécules potentiellement mortelles, plus puissantes encore que l'agent neurotoxique VX dérivé du sarin. L. G.



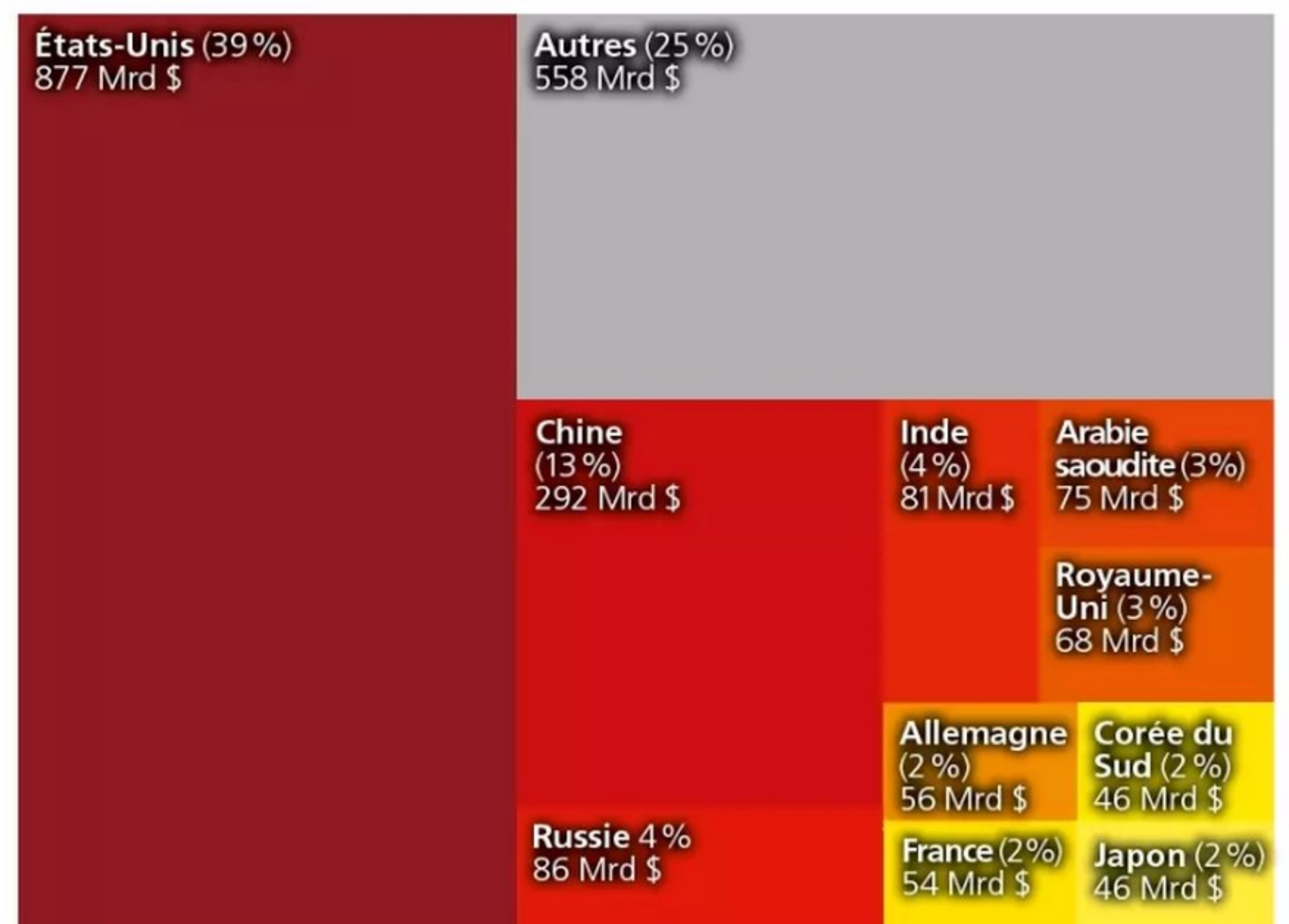
QUEL RÔLE JOUE L'ALIMENTATION DANS LE MORAL DES TROUPES ?

Outre l'entraînement des soldats, l'issue d'un conflit dépend aussi de leur alimentation. "À ce jour, les rations préparées sont les mêmes, quel que soit le lieu du conflit", explique Alexandra C., médecin militaire à l'Institut de recherche biomédicale des armées. "Or, selon le relief et le climat de la zone d'intervention, et le type de la mission, les besoins énergétiques ne sont pas les mêmes. De plus, la température pourrait modifier l'appétence pour certains aliments : par exemple, la chaleur pourrait détourner des mets gras. D'où la nécessité de mener des recherches pour développer des rations plus adaptées." Récemment, l'un de ses collègues a mené une étude auprès de 16 volontaires soumis pendant 24 heures à 22°C, 35°C et 16°C, afin d'analyser leur comportement alimentaire et sa régulation (faim, satiété, types d'aliments consommés, taux d'hormones...) selon la température. "Nos premières données montrent que cette dernière a bien un impact", indique Alexandra C. Les résultats précis devraient être publiés à la fin 2023. K. B.



À combien s'élèvent les dépenses annuelles en armement dans le monde ?

En 2022, elles ont atteint 2 240 milliards de dollars au total, soit 2,2% du PIB mondial. Trois quarts de ces dépenses militaires ont lieu dans dix pays (source : Sipri). R. B.



LES PROCHAINES GUERRES SE FERONT-ELLES AVEC DES LASERS ?

Selon Laure de Roucy-Rochegonde, chercheuse à l'Institut français des relations internationales (Ifri), "les armes à énergie dirigée, les lasers, font partie, avec l'intelligence artificielle et la robotique, des champs de recherche scientifique qui font l'objet des plus importants investissements". Comment utiliser des lasers pour abattre des drones ou des avions ? Peuvent-ils se substituer à des munitions plus classiques ? Ces questions sont activement développées au sein de l'armée. Le document de référence de l'orientation de l'innovation de défense (DrOID)

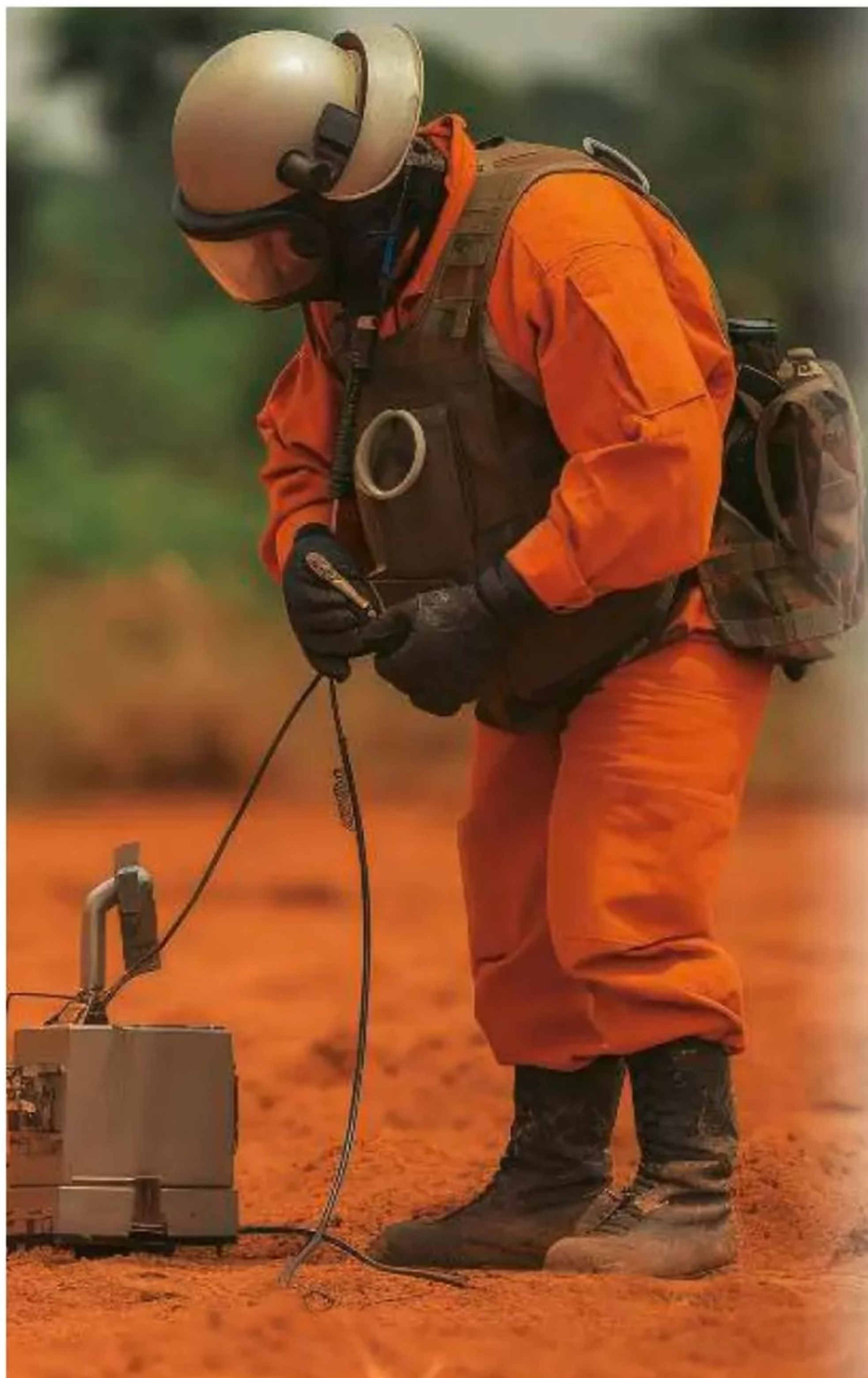
2022 qui fixe les objectifs du ministère français des Armées en matière d'innovation dresse un portrait élogieux des armes à énergie dirigée. "Par rapport aux armements conventionnels, les armes à énergie dirigée (AED) disposent des avantages suivants : absence de munitions (impacts logistiques et financiers, absence de débris), discrétion, gradation des effets. Elles permettent également de réaliser des effets novateurs par rapport aux armes cinétiques : éblouissement du combattant, neutralisation des systèmes de protection, etc.

Elles apparaissent donc aujourd'hui comme des effecteurs qui pourront avantageusement compléter l'arsenal des systèmes d'armes actuels sans les remplacer et qui offrent de nouvelles réponses graduées adaptées à un contexte de crise." L'état-major estime que l'emploi d'armes à énergie dirigée pour la lutte antidrone et la protection de zone pourrait être effectif dans cinq à dix ans. Concernant la défense antiaérienne et les lasers aéroportés, vingt ans de recherche et développement sont encore à prévoir. A. C.



LE SON PEUT-IL CONSTITUER UNE ARME ?

Si ce sont des trompettes légendaires qui ont abattu les murs de Jéricho, c'est un simple ventilateur qui a dévoilé le potentiel destructeur des ondes sonores. Dans les années 1960, l'équipe de l'acousticien français Vladimir Gavreau se plaint de maux de tête. La cause : des infrasons, des ondes très basses fréquences émises par un ventilateur ! Sur le plan militaire, elles s'avèrent inutiles : l'onde touchant sans distinction alliés comme ennemis. Les hautes fréquences en revanche sont très "prometteuses" : avec elles, le ciblage devient possible. C'est le cas du Long Range Acoustic Device (LRAD). Ce "canon à son" est utilisé par les militaires américains pour perturber des snipers embusqués... mais aussi par la police, pour disperser des civils en manifestations, comme à Hong Kong (photo). A. D.



Combien de temps faut-il pour déminer un pays après un conflit ?

Des dizaines d'années ! *"En France, quatre-vingts ans après la dernière guerre, on retire encore des centaines de tonnes de mines et de munitions chaque année"*, déclare Fabien Lucas, responsable adjoint au développement international chez Geomines. *"Après la guerre israélo-libanaise de 2006, qui n'a duré que trente-trois jours, il a fallu cinq ans pour déminer les deux tiers d'une surface d'à peine 60 km². Il va falloir sûrement des siècles pour dépolluer l'Ukraine, dont on estime la surface minée à 174 000 km²."* Car de nombreux facteurs peuvent compliquer une tâche déjà ardue. La part des munitions non explosées d'une part, et la typologie du terrain d'autre part : un déminage manuel sur un relief accidenté se réalise ainsi à une vitesse de 5 m² à 300 m² par jour, contre 500 m² à 1 500 m² par heure pour un déminage mécanique. R. B.

Est-ce que le changement climatique exacerbe le risque d'affrontement ?

Hélas, oui... Les chercheurs estiment que si ce phénomène ne peut pas déclencher à lui seul un conflit, il peut, en revanche, rendre une situation explosive. Tout d'abord, la hausse des températures ou les événements extrêmes liés (inondations, typhons...) favorisent des migrations de populations. Or, ces flux peuvent créer ou intensifier des tensions entre communautés. Ensuite, la raréfaction de l'eau ou de la nourriture, à cause de ce phénomène, peut entraîner une concurrence entre différentes populations pour l'accès aux ressources. Cela étant, *"la part de responsabilité du climat est mineure comparée à celle d'autres causes d'hostilité, comme l'incapacité d'un État à résoudre des tensions internes ou avec ses voisins, des inégalités entre groupes ou ethnies, ou des*

antécédents récents de conflit violent", souligne Shérazade Zaiter, juriste internationale à l'université de Limoges. Selon une étude américaine publiée dans la revue *Nature* en 2019, le climat a pesé dans 3 % à 20 % des conflits du xx^e siècle. Il serait impliqué dans au moins 10 % des risques d'affrontement aujourd'hui. À l'avenir, l'intensification du réchauffement climatique devrait accroître ce danger, alerte un rapport des renseignements américains de 2021, qui met en garde contre les *"tensions croissantes"* liées à la raréfaction de l'eau et aux migrations, *"en particulier après 2030"*, les possibles *"disputes entre pays sur la manière d'accélérer"* la lutte contre ce phénomène et les *"mesures [unilatérales que peuvent prendre les États] pour protéger leurs intérêts"*. K. B.



HISTOIRE DE LA GUERRE

de John Keegan, éd. Perrin, 2019, 620 p., 12 €.

Un classique absolu que cet ouvrage volumineux écrit par un historien militaire anglais, mort voici une dizaine d'années. John Keegan y dissèque les mécanismes politiques et culturels qui, de tout temps depuis le néolithique, ont poussé les hommes à s'entretuer sur un champ de bataille. Sa thèse n'a rien de rassurant : toutes les civilisations, estime-t-il, doivent leurs origines à la guerre.



INFLUENCE ET MANIPULATIONS. DES CONFLITS ARMÉS MODERNES AUX GUERRES ÉCONOMIQUES

de Christine Dugoin-Clément, VA Éditions, 2021, 180 p., 18 €.

Une enquête de terrain passionnante pour découvrir l'envers des "opérations d'influence", ces

scénarios de communication destinés à manipuler l'opinion publique via les réseaux sociaux. Plongée dans cette cyberarmée de l'ombre qui a fait de la guerre du Donbass son camp d'entraînement.



CES GUERRES QUI NOUS ATTENDENT, 2030-2060

de la RedTeam/PSL, éd. Équateur, saison 1, 2022, 224 p., 18 €; et saison 2, 2023, 208 p., 22 €.

Imaginer ce que seront les guerres du futur pour mieux les anticiper, c'est la mission confiée à la Red Team par le ministère des Armées et l'université Paris Sciences et Lettres, depuis 2019. Aux manettes, une équipe d'auteurs et de scénaristes épaulés de scientifiques et de militaires qui n'ont d'autre but que d'identifier les menaces qui pourraient peser sur la France. Ici, vous ne lirez qu'une partie des scénarios, d'autres sont classés secret-défense.

C'EST



LES SENTIERS DE LA VICTOIRE. PEUT-ON ENCORE GAGNER UNE GUERRE?

de Gaidz Minassian, éd. Alpha Humensis, 2023, 720 p., 12,50 €.

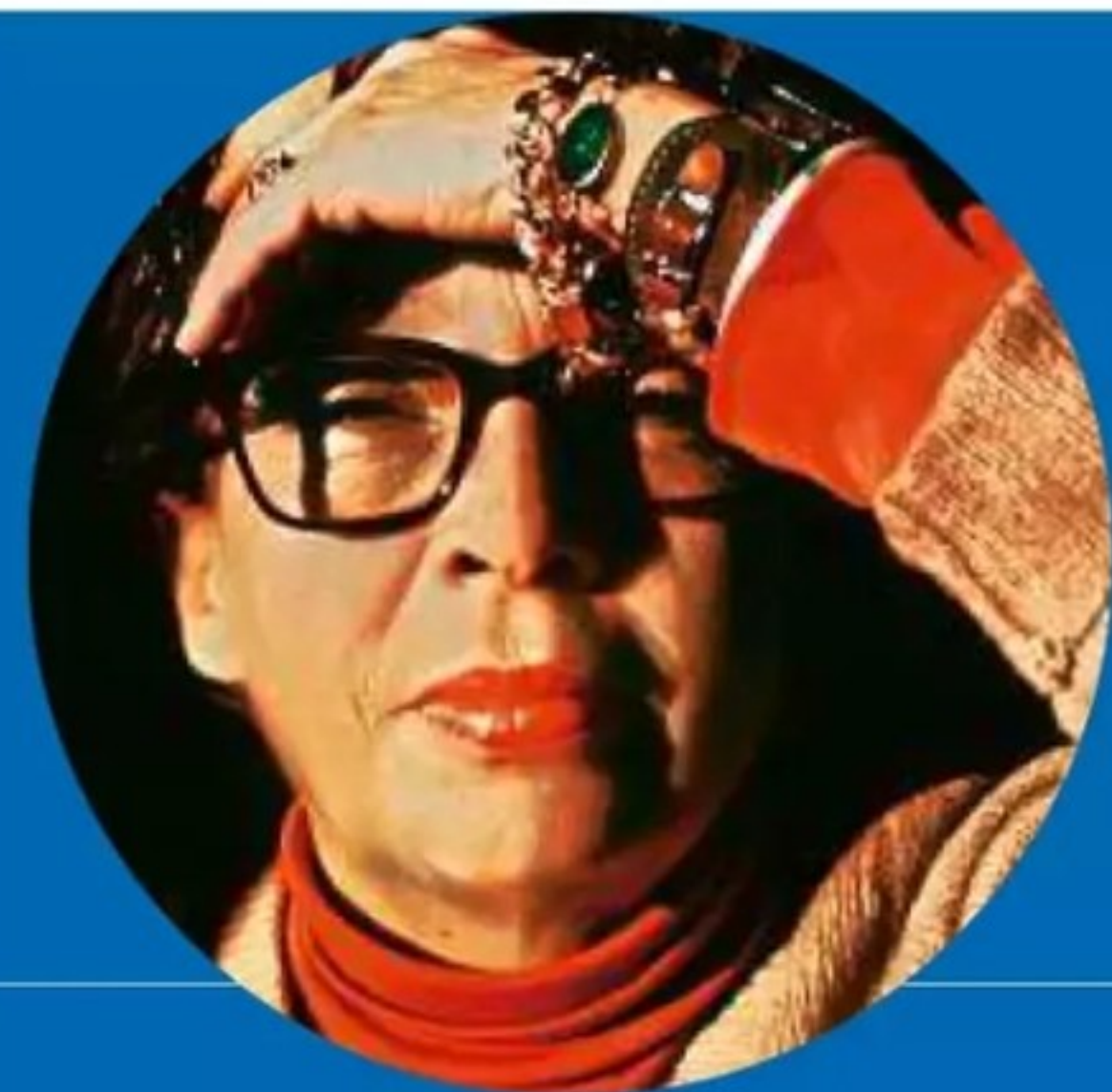
L'auteur, journaliste et politologue, livre une profonde réflexion sur le concept de victoire dans les relations internationales. Que signifie gagner une guerre aujourd'hui ? N'est-ce pas plus important de gagner la paix ?



GUERRE ET ÉCOLOGIE. L'ENVIRONNEMENT ET LE CLIMAT DANS LES POLITIQUES DE DÉFENSE

d'Adrien Estève, éd. Puf, 2022, 360 p., 25 €.

Dans cet ouvrage, l'auteur postdoctorant CNRS au Ceri s'intéresse à la prise en compte des enjeux

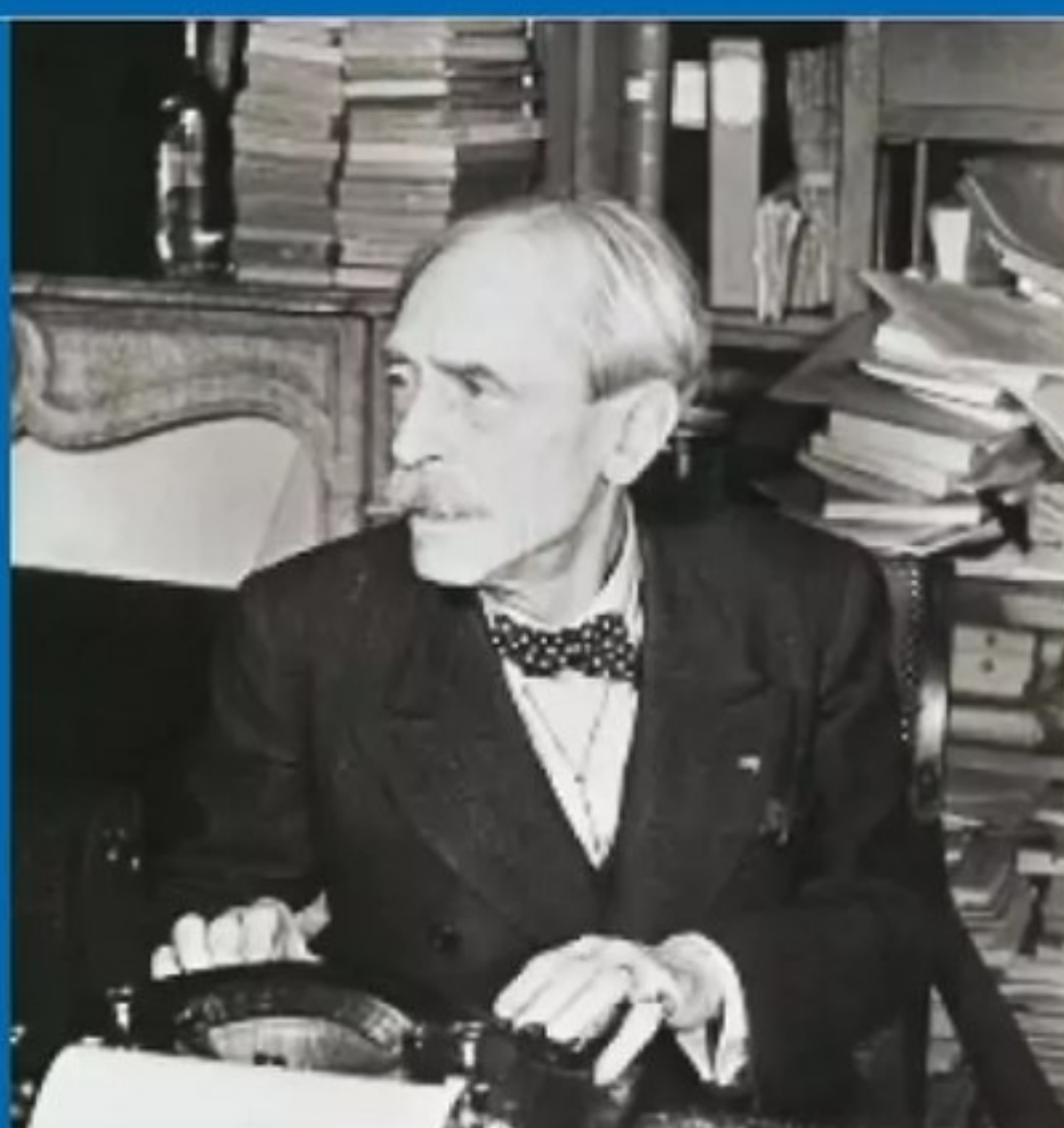


"Même la guerre est quotidienne"

MARGUERITE DURAS, ÉCRIVAINNE, 1914-1996 (DES JOURNÉES ENTIÈRES DANS LES ARBRES, 1954)

"La guerre, c'est le massacre de gens qui ne se connaissent pas, au profit de gens qui se connaissent, mais ne se massacrent pas"

PAUL VALÉRY, ÉCRIVAIN, 1871-1945



C'EST



"L'art de la guerre, c'est de soumettre l'ennemi sans combat"

SUNTZU, STRATÈGE, 544-496 AV. J.-C. (L'ART DE LA GUERRE)

ÉCRIT

stress post-traumatique bien qu'ils ne mettent pas leur vie en danger.

environnementaux et climatiques dans le secteur de la défense à partir des cas de la France et des États-Unis. Quels aspects sécuritaires sont bouleversés par les changements écologiques et la transition énergétique ?



ON KILLING REMOTELY. THE PSYCHOLOGY OF KILLING WITH DRONES

du lieutenant-colonel Wayne Phelps, ed. Little, Brown and Company, 2021, 285 p., 30 € (en anglais seulement).

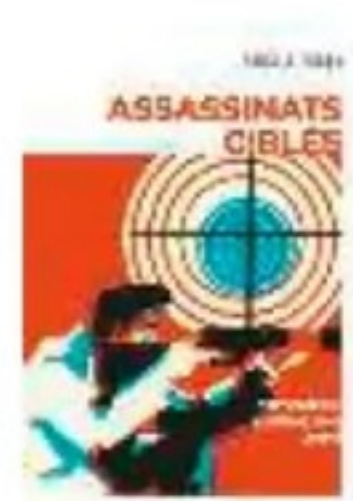
L'auteur, un ancien militaire qui a dirigé une unité de pilotes de drones aux États-Unis, invite le lecteur dans la salle de contrôle d'où est menée à distance la guerre invisible contre le terrorisme. Il brosse le portrait de ces soldats de l'ombre qui peuvent souffrir de



LES LOUPS

de Benoît Vitkine, éd. Les Arènes, 2022, 336 p., 20 €.

Après *Donbass*, publié en 2020, le journaliste au *Monde*, spécialiste des pays de l'ex-URSS, affine le portrait romancé de l'Ukraine actuelle. Ce polar politique nous transporte au plus près du monde des services secrets et des oligarques russes qui vont tout tenter pour écarter celle qui vient d'être élue présidente de l'Ukraine. Comme un air de déjà-vu.



ASSASSINATS CIBLÉS. CRITIQUE DU LIBÉRALISME ARMÉ

d'Amélie Ferey, CNRS Éditions, 2020, 368 p., 25 €.

Dans cet ouvrage, Amélie Ferey,

TRAQUER LES FAKES

Complorama, le podcast sur [Francetvinfo.fr/replay-radio/complorama](https://www.francetvinfo.fr/replay-radio/complorama)

Les sites de désintox: Factual de l'AFP sur [Factual.afp.com](https://www.factual.afp.com)

Checknews de *Libération* sur [liberation.fr/checknews](https://www.liberation.fr/checknews)

Fake Off de *20 Minutes* sur [20minutes.fr/societe/desintox](https://www.20minutes.fr/societe/desintox)

chercheuse au centre de sécurité de l'Ifri (Institut français des relations internationales) livre son analyse sur la guerre du XXI^e siècle, qui consiste principalement à éliminer l'ennemi par drone avant qu'il ne nuise. Elle traite des cas d'Israël et des USA, pionniers de cette pratique, qui ont réussi à faire accepter ce "droit de tuer" au mépris des principes du droit international de la guerre.



LA GUERRE AU XXI^e SIÈCLE, LE RETOUR DE LA BATAILLE

de Thibault Fouillet, Éditions du Rocher, 2023, 300 p., 20 €.

La guerre en Ukraine a réveillé de manière brutale la notion de "bataille". Ce livre étudie les problématiques contemporaines de tactiques, de sciences du combat et de dynamiques des forces en présence.

DIT



"Peuple d'Espagne debout! Femmes, défendez la vie de vos enfants, défendez la liberté de vos hommes!"

DOLORES IBÁRRURI DITE LA PASIONARIA, 1895-1989, FEMME POLITIQUE (DISCOURS DE MADRID, 1936)



"La guerre c'est comme la chasse, sauf qu'à la guerre les lapins tirent"

CHARLES DE GAULLE, MILITAIRE ET HOMME POLITIQUE, 1890-1970

"La guerre apprend à tout perdre, et à devenir ce que l'on n'était pas"

ALBERT CAMUS, ÉCRIVAIN, 1913-1960 (*LES CARNETS 1*)





FIG. 125. — LE QUARTIER DE NAGASAKI TOUCHÉ PAR LA BOMBE ATOMIQUE NE MONTRÉ PLUS QUE DES RUINES. Les boutiques, au premier plan, ont été complètement après l'explosion.

Dans un avenir plus ou moins lointain, lorsque des kilogrammes d'uranium 235, seront scindés dans des usines thermiques, il restera des kilogrammes de radioéléments artificiels. Il sera alors extrêmement intéressant de les isoler en vue de leurs applications biologiques, médicales et industrielles.

Énergie atomique et énergie nucléaire

Nous avons eu tort, dans tout cet exposé, de suivre l'exemple général et d'employer l'expression « énergie atomique ». C'est « énergie nucléaire » que nous aurions dû dire. C'est ainsi que des vulgarisateurs de mauvais aloi ont cru bon de signaler qu'il existe déjà des brevets sur la propulsion des automobiles par l'utilisation de l'énergie atomique. Ceci est exact *théoriquement*, car il s'agit de la maigre énergie de l'hydrogène atomique, et non de l'énergie contenue dans le noyau d'hydrogène. L'énergie mise en liberté lors de chaque rupture de noyau d'uranium est de l'ordre de 200 millions d'électrons-volts, c'est-à-dire de $3,2 \cdot 10^{-14}$ joules. On a donc pour la rupture complète de tous les atomes (10^{24}) d'une molécule-gramme (235 g), un dégagement d'énergie évalué à 2×10^{13} joules, soit 5 000 000 kWh, c'est-à-dire de quoi porter à l'ébullition presque ins-

tantanée 50 millions de litres d'eau. Si toute la masse du noyau de l'uranium disparaissait, ou d'autres termes s'il de plutonium 239 ou d'autres éléments, n'y avait pas d'éléments chimiques plus légers issus de la rupture, on obtiendrait une libération d'énergie beaucoup plus considérable. L'annihilation totale en énergie rayonnante d'un noyau de masse 1 libère près d'un milliard d'électrons-volts, et celle d'un noyau d'uranium 235 serait donc 235 fois plus grande, soit près de 250 milliards d'électrons-volts au lieu de 200 millions lors de la simple rupture.

La Ville de Paris consomme journellement 2 500 000 kWh et toute la France annuellement 20 000 000 000 kWh. Cette énergie pourrait être extraite de la rupture de près de 750 kg d'uranium 235. Il faudrait pour cela partir d'une masse approximative de 150 t de minéral d'oxyde d'uranium et séparer d'abord l'isotope 235, ce qui représente une grosse dépense. Les prix du kilowatt-heure thermique ou hydraulique étant très voisins et très inférieurs à celui du kilowatt-heure livré au consommateur, l'on arrive à la conclusion que ce n'est pas la matière première, charbon ou eau, qui règle ce prix, mais plutôt la main-d'œuvre, la rémunération du capital investi, etc. Il s'ensuit que le seul remplacement du combustible ou de l'eau par un processus

UN NUAGE MULTICOLORE

SEPTEMBRE 1945, LE PREMIER HORS-SÉRIE DE **SCIENCE&VIE** PARAÎT. EN COUVERTURE, UN GROS CAISSON ROUGE ET UN TITRE QUI RAPPELLE L'HORREUR SURVENUE À PEINE UN MOIS PLUS TÔT ET INTERROGE SUR LE MONDE DE DEMAIN: "ARTILLERIE ATOMIQUE".

Le caisson en couverture est un cyclotron. Un accélérateur de particules conçu par le physicien américain Ernest Orlando Lawrence, qui permet de pénétrer les noyaux atomiques et provoquer des transmutations. "C'est aux recherches effectuées avec le cyclotron que nous devons la mise au point du problème de la libération et de l'exploitation de cette énergie, sous la forme de la bombe atomique", écrivait Maurice Élie Nahmias, chef du laboratoire de radiobiologie de Marseille.

Le plus grand exemplaire est utilisé en 1941 dans le laboratoire de Berkeley (Californie) dans le cadre du projet Manhattan dont le directeur scientifique est un certain Julius Robert Oppenheimer. Le 16 juillet 1945, la première bombe nucléaire au plutonium explose à Alamogordo, au Nouveau-Mexique, créant sous les yeux ébahis des témoins un nuage multicolore de 12 km de hauteur. Un essai réussi à 2 milliards de dollars et au nom de code métaphysique: "Trinity".

Deux semaines après, le 6 août 1945, une bombe de 4 t transportant 64 kg d'uranium 235 et baptisée Little Boy détruit la ville japonaise de Hiroshima. Trois jours plus tard, Fat Man, engin nucléaire au plutonium, rase Nagasaki (photo). L'aboutissement de ce qui est la plus grande collaboration scientifique internationale laisse désormais entrevoir la possibilité d'une nouvelle énergie aux multiples applications industrielles, mais surtout une "angoissante vision de la guerre de demain", lit-on dans le magazine. Et de conclure avec cette réflexion: "À cette nouvelle course aux armements scientifiques, un seul remède: la fin des guerres par la terreur totale." A.S.

La boutique

SCIENCE&VIE

Le cadeau de Noël pour jouer en famille, à tout âge.

3
NIVEAUX DE
DIFFICULTÉ

600
QUESTIONS DE
SCIENCE

3
CATÉGORIES



ESPACE



PLANÈTE
TERRE



MATIÈRE
ET ÉNERGIE



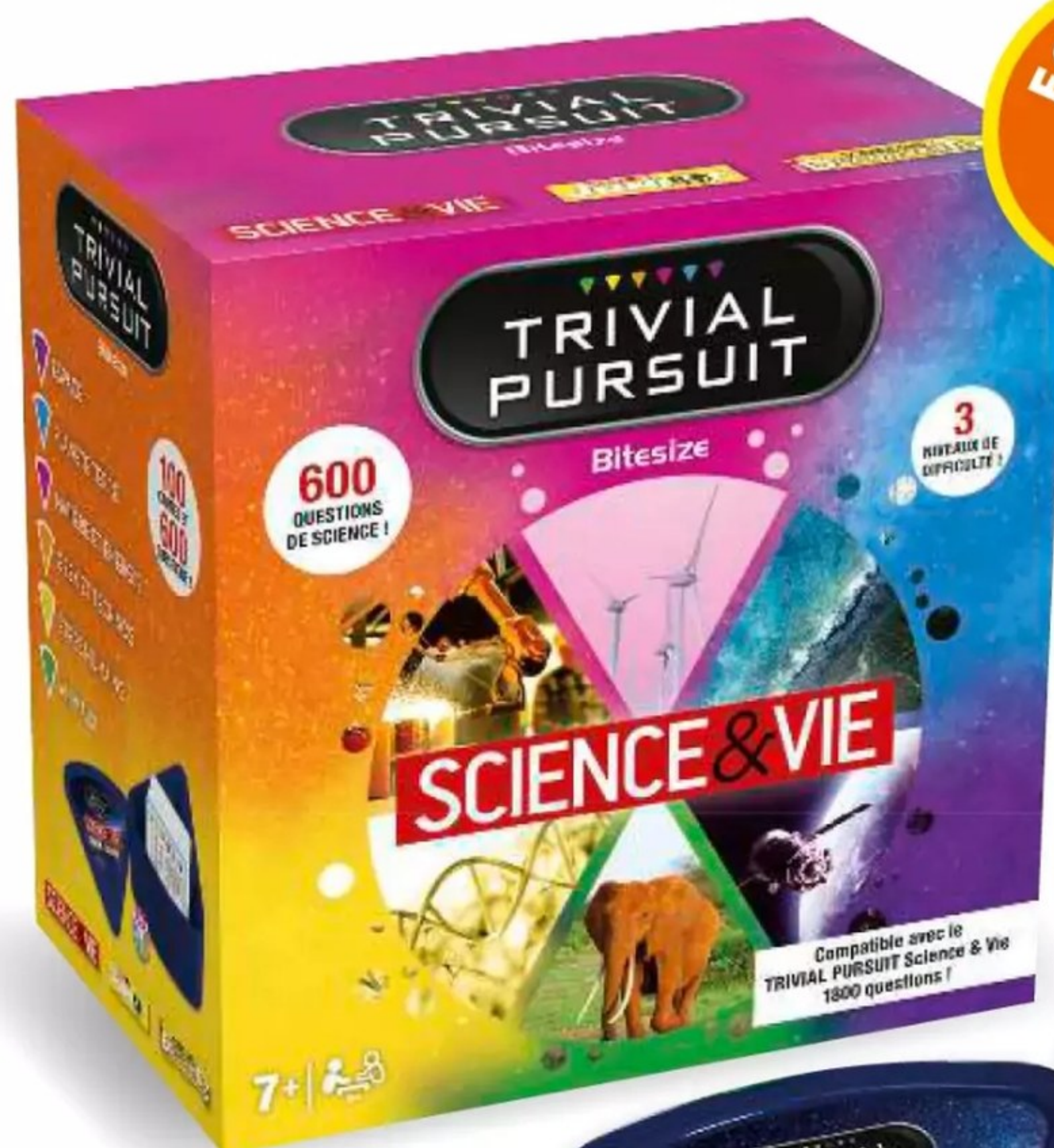
GEEK ET
TECHNOS



ÊTRES
HUMAINS



ANIMAUX



À PARTIR DE 7 ANS

LE JEU FORMAT VOYAGE : 20 € SEULEMENT

600 questions de science, pour jouer partout, en famille et à tout âge. **Ce jeu peut venir compléter la version grand format avec ses nouvelles questions !** Chaque joueur peut choisir son niveau de difficulté. Ainsi les adultes et les juniors peuvent enfin jouer à armes égales !

**En vente dans vos magasins de jouets
ou en ligne sur www.kiosquemag.com/boutique**

À partir de 2 joueurs, pour les 7 ans et plus ! Jeu de société Science & Vie. Dimensions : 13,7 x 13,4 x 8,5 cm. Poids : 378 g.
Contenu : 100 cartes de questions/réponses, 1 boîtier à cartes, 1 dé et 1 règle du jeu.



ROBOBOX

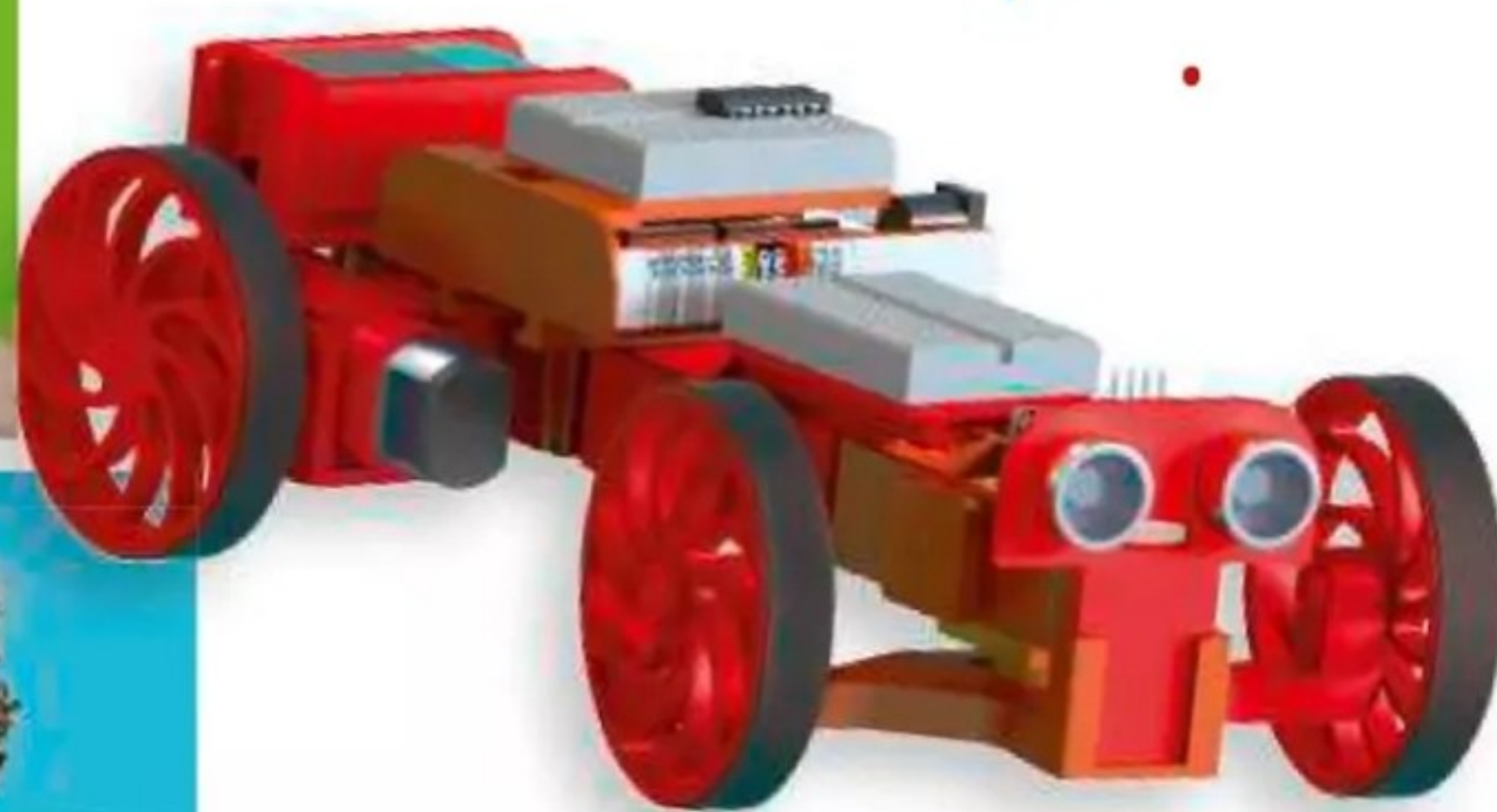
SCIENCE & VIE

Bientôt Noël!
Faites-vous
offrir des box
en cadeau!

APPRENEZ LES BASES DE LA ROBOTIQUE À TOUT ÂGE !



Robobox est la méthode indispensable pour apprendre les bases de la robotique et de la programmation, en construisant, chaque mois, un robot toujours plus évolué. Vivez votre passion de la robotique en découvrant, à l'aide des différents kits, de nouvelles notions de mécanique, de programmation ou d'électronique.



3 NIVEAUX DE DIFFICULTÉ ET 12 BOX POUR APPRENDRE !

TOUTES NOS OFFRES SUR ROBOBOX.FR

à partir de
32,99 €
par kit



ROBOBOX
SCIENCE & VIE
DÉCOUVERTES
Pour les 8-13 ans



ROBOBOX
SCIENCE & VIE
JUNIOR
À partir de 14 ans



ROBOBOX
SCIENCE & VIE
Pour les adultes

