

Drones, munitions téléopérées : le triple défi à relever avant 2030

Damien Concé, Jean-Paul Costes ;
IHEDN SN AED 53

Le segment des drones légers et des munitions téléopérées est celui qui a le plus révolutionné notre perception de la guerre de haute intensité et d'usure depuis trois ans.

Opposant une logique de « *fast fashion* » (biens consommables/perdables, rapidement obsolètes, gros volumes de production, faible coût unitaire) à la conception patrimoniale des systèmes d'armes (haute valeur ajoutée, supériorité technologique, long cycle de vie, maintien en condition opérationnelle, lenteur de production et faibles volumes), il a pris à contrepied les armées et les industriels occidentaux.

Désormais, sur ce segment, ce n'est plus la stratégie qui conduit la spécification technique pour la guerre de demain, mais l'avancée technologique qui façonne la tactique des opérations d'aujourd'hui.

Cette surprise stratégique nous impose de revoir nos modalités d'acquisition, de production et de financement de produits qui se trouvent à la croisée entre l'industrie 4.0 et la DeepTech.

Introduction

La loi d'Augustine¹ (selon laquelle les coûts d'acquisition de systèmes d'armes progressent plus vite que le volume des budgets de la défense) s'oppose à la pensée militaire qui anticipe une logique d'attrition et impose d'écartier un arbitrage entre qualité et quantité pour dominer un adversaire. Or, depuis 1991, en raison de l'éloignement des risques de conflits symétriques et avec le déploiement de la théorie des « dividendes de la paix », une logique capacitaire s'est installée. Elle se caractérise par la volonté de conserver des capacités de « haut du spectre » (i.e. aussi performante que celle des concurrents et alliés) tout en subissant des contraintes budgétaires fortes. D'un point de vue industriel, cela impose de « faire de tout, mais en petites séries », ce qui conduit à dimensionner un outil de production lentement « scalable », et une « open innovation » pauvre en trésorerie, donc susceptible d'aiguiser l'appétit de prédateurs financiers internationaux.

Cela constitue une double fragilité à un moment où nous ne sommes pas capables de produire suffisamment pour soutenir le flanc Est de l'Europe. En outre, l'usage en Ukraine de vagues de bombardement mêlant missiles et drones rend notre « *cost exchange ratio*² » défavorable tant que nous n'aurons pas innové dans la conception et la production de nos « effecteurs » adaptés à ces menaces hybrides. Cette situation conduit les forces occidentales à rechercher les meilleures combinaisons possibles entre vecteurs pilotés, téléopérés, autonomes dans une logique de cohérence

¹ Ancien directeur de Lockheed Martin et ancien secrétaire de l'US Army dans les années 1970 : Ses aphorismes humoristiques mettent en exergue le fait que le désinvestissement dans le secteur de l'armement depuis 1989 a conduit à miser sur une supériorité technologique assumée sur des petites séries onéreuses et suffisantes.

² Dans le domaine de la défense antimissile balistique (ABM), le rapport coût-échange est le rapport entre le coût supplémentaire pour l'agresseur de faire passer une ogive supplémentaire à travers le bouclier de défense et le coût supplémentaire pour le défenseur de neutraliser le missile supplémentaire. Par exemple, un seul nouveau missile balistique intercontinental (ICBM) peut nécessiter un seul nouveau missile antimissile balistique (ABM) pour le contrer, et si les deux ont le même coût, le rapport coût-échange sera de 1:1.

capacitaire. Cependant, cette démarche est illusoire dans le cadre budgétaire et industriel actuel.

En effet, les conflits en cours accélèrent la courbe de Gartner³ de la technologie « drone & robot », grâce à l'abaissement des coûts de production des drones et des capteurs et l'augmentation de l'efficacité du couplage entre intelligence artificielle et automatisation.

C'est dans cette perspective qu'il faut replacer l'intervention du Chef d'État-Major des Armées (CEMA) qui révèle les indices des paradoxes contemporains. Auditionné le 5 novembre 2025 par le Sénat, dans le cadre de la préparation du budget 2026, le CEMA a déclaré⁴: « *On va droniser nos armées* (...) *Les charges portées par des drones massivement utilisés dans les conflits de haute intensité vont figurer dans les commandes de munitions* ». Néanmoins, « *Ce serait une erreur de commander des milliers de drones en 2026 qui vont être produits en quelques mois. Alors que dans trois ans, on aura une nouvelle génération de drones. En revanche, les charges sont plus complexes à réaliser* ».

Son postulat repose sur l'anticipation d'une crise de haute intensité avec la Russie dans trois à quatre ans⁵ et sur l'observation de l'obsolescence extrêmement rapide de ces matériels⁶ sur le front ukrainien (drones radioguidés, filoguidés, IA...).

Or trois ans, c'est une durée suffisamment longue pour envisager l'obsolescence des drones actuels et de leur doctrine d'emploi. Mais c'est aussi un délai très court pour envisager le développement d'infrastructures de production compatibles avec les exigences de la haute intensité (volumes et rapidité de production). Surtout dans un contexte budgétaire contraint et avec l'annonce quasi-officielle d'une commande échantillonnaire par les forces. D'où la distinction que le CEMA opère entre vecteurs et charges. Approche pragmatique visant à disposer un stock de « munition » avant de déterminer quel vecteur sera pertinent.

Bref, lors des trois prochaines années, les armées achèteront auprès d'une large variété de producteurs tous types de drones (en petites quantités) pour s'entraîner et faire évoluer leur doctrine d'emploi. Cela permettra aux acteurs du segment de proposer des prototypes et des petites séries, mais cela ne suffira pas pour dégager des revenus leur permettant de financer des infrastructures de production capable de démultiplier leur cadence de fabrication « *sur court préavis* » d'ici trois ans.

Problématique

Aussi, le paradoxe qui touche toutes les armées occidentales se synthétise donc dans la question suivante : pour ce qui est du segment singulier des drones légers et des munitions téléopérées (qui est absolument distinct des grands programmes) comment favoriser et financer l'innovation et la production de « petites » séries customisables à une multitude d'acteur de marché dans un premier temps ; avant d'être en mesure de pivoter vers une production de masse à moindre coût dans les trois

³ <https://www.gartner.fr/fr/articles/hype-cycle-pour-les-technologies-emergentes>

⁴ <https://www.publicsenat.fr/actualites/politique/defense-le-chef-detat-major-des-armees-se-prepare-a-un-choc-avec-la-russie-dici-trois-quatre-ans>

⁵ <https://www.lefigaro.fr/international/l-armee-francaise-doit-etre-prete-a-un-choc-dans-trois-quatre-ans-face-a-la-russie-alerte-le-chef-d-etat-major-20251022>

⁶ <https://www.hudson.org/missile-defense/impact-drones-battlefield-lessons-russian-ukraine-war-french-perspective-tsiporah-fried>

ans ?

Pour répondre à cette problématique il convient de dépasser les limites d'un marché du drone, actuellement caractérisé par :

- De petites chaînes de production rigides, quasi-artisanales, avec des objectifs de productions duales ;
- Des briques technologiques logiciel & IA, devenant le véritable facteur de différenciation entre les produits et leur utilisation mais développé séparément par chaque fabricant, et donc non interopérables ;
- Un volet matériel encore peu modulaire et insuffisamment standardisé ;
- Des éléments « pyrotechniques » qui doivent être connectés a posteriori du processus de production afin de prendre en compte la survie de l'opérateur et du porteur ;
- Un manque de capacité en Europe (dépendance Asie/Chine) en ce qui concerne des éléments critiques⁷ ;
- Des délais élevés pour prototyper et industrialiser ces matériels ;
- Une fragmentation réglementaire (UE/FR, ...) rendant la certification lente ;
- Un empilement de couche de financements qui retarde les consolidations nationales et européennes.

Ces limites structurelles conduisent à la sidération des acteurs de place alors que la crise à venir est identifiée à la jonction de deux mandats présidentiels, en pleine instabilité gouvernementale et parlementaire, dans un contexte de troubles budgétaires.

Néanmoins, face à la surprise stratégique de la généralisation des drones et munitions téléopérées introduite par la guerre en Ukraine, notre adaptation suppose de relever trois défis :

- Réduire les délais administratifs et commerciaux de mise à disposition aux forces à partir d'une expression de besoin multiple et plurielle conjuguée au retour d'expérience en fluidifiant et décentralisant les procédures d'acquisition (I).
- Mais aussi réduire les délais d'industrialisation des expressions de besoins en paramétrant à la fois le design, le volume, la cadence de production, en faisant délibérément un saut vers l'industrie 4.0 (II).
- Et enfin financer les coûts des immobilisations et de la gestion des actifs de production tout en réduisant les coûts de production unitaire par de nouvelles formes de partenariats publics privés (III)

Ces défis doivent être relevés d'ici trois ans afin d'anticiper le « choc à l'est » identifié par le CEMA.

I : Réformer les procédures d'approvisionnement pour gagner en agilité.

Tirant les leçons de la guerre en Ukraine, les USA ont récemment fait évoluer leurs procédures d'approvisionnement grâce à *l'Army Fuze*⁸ issu du mémorandum du secrétaire à la défense

⁷https://www.lepoint.fr/monde/comment-l-ukraine-va-aider-les-etats-unis-avec-ses-drones-08-08-2025-2595948_24.php

⁸ <https://fuze.army.mil/>

(aujourd’hui secretary of war) du 10 juillet 2025 « *Unleashing U.S. Military Drone Dominance*⁹».

L’Army Fuze est une plateforme numérique qui centralise les achats de matériel. Grâce à celle-ci, chaque unité peut commander le drone modulable qui lui convient. Cette commande se faisant dans des délais réduits par rapports aux procédures de droit commun : 10 jours pour les entreprises déjà en contact avec les armées et 70 jours pour les nouveaux fournisseurs¹⁰.

En pratique les régiments ou unités peuvent accéder à la plateforme Army Fuze pour passer des commandes de matériel nécessaire en fonction de leurs missions propres et des budgets alloués. Le processus de paiement est géré via Army Fuze après approbation des commandants ou des responsables financiers.

La plateforme permet aussi de suivre l’état de leurs stocks en temps réel et dans certains cas d’initier un réapprovisionnement automatique en cas de dépassement d’un seuil minimal de matériel considéré.

Les unités peuvent aussi requérir, sur la plateforme, l’intégration de nouvelles capacité (capteurs, IA...) sur des matériels figurant déjà au catalogue de la plateforme.

L’expression de besoin est alors prise en compte par le backoffice de la plateforme qui vérifie les spécifications techniques.

Il s’agit donc d’un système qui centralise la certification des matériels et « distribue » la décision d’acquisition afin de gagner en agilité et en rapidité.

En France, le rapport parlementaire « Masse et Haute Technologie¹¹ » suit la même logique en proposant à « *la décentralisation d’une partie des acquisitions au niveau des forces militaires (...)* » et l’augmentation de « *la subsidiarité en matière d’équipement* » par deux moyens : D’une part le rééquilibrage au profit du Chef d’État-Major des Armées du copilotage avec la DGA du programme 146 « équiper des forces ». Et d’autre part homogénéiser les dispositifs des « enveloppes de subsidiarité », d’en renforcer les montants et de confier un « *véritable pouvoir d’adjudication aux unités militaires.* »

Le Chef d’État-Major des Armées (CEMA), dans son audition du 22 octobre 2025 a pris acte de cette proposition en indiquant : « *Aujourd’hui, chaque régiment dispose d’une enveloppe de 150 000 euros lui permettant d’innover. (...) Je souhaite que les soldats soient accompagnés sur le terrain par l’expertise de la Direction Générale de l’Armement-DGA, pour favoriser l’innovation, le bon dialogue avec toutes les entreprises qui apportent des solutions et permettre de reproduire ces solutions dans d’autres unités. Il faut accepter la disparité. Espérer disposer du même équipement dans toutes les unités est illusoire alors que l’informatique est révolutionnée tous les ans. C’est un changement de culture. L’armée de l’air et de l’espace souffre aujourd’hui d’une difficulté, dans la mesure où elle n’a pas la capacité à passer des achats en propre. Cependant, l’armée de Terre et la Marine disposent déjà de flux financiers. Je veux poursuivre cette démarche, qui doit être réalisée en lien avec la DGA et l’Agence de l’Innovation de Défense (AID), qui a recensé toutes les pépinières*

⁹<https://media.defense.gov/2025/Jul/10/2003752117/-1/-1/1/UNLEASHING-U.S.-MILITARY-DRONE-DOMINANCE.PDF>

¹⁰ <https://www.lesechos.fr/industrie-services/air-defense/des-soldats-ukrainiens-arretent-de-se-battre-pour-nous-donner-leur-feedback-sur-facetime-la-silicon-valley-a-l-assaut-de-l-industrie-militaire-2195214>

¹¹ https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/17/rapports/cion_def/117b1564_rapport-information#

de solutions. Simultanément, je ne veux pas perturber le modèle global des armées. Cette subsidiarité ne peut être absolue et doit s'intégrer dans un équilibre global à concevoir ».

On voit là que les esprits évoluent sur le degré d'agilité à obtenir dans l'articulation entre l'expression des besoins, la centralisation de la qualification des matériels et la commande effective des matériels.

Sur ce sujet, les Etats-Unis (qui ne disposent pas d'une DGA), forts de l'exemple des GAFAM, ont pris un chemin technologique par la mise en œuvre d'une « plateforme numérique » pour fluidifier et accélérer les procédures d'acquisition de matériel.

Pour lutter contre le tropisme « normatif » français, la représentation nationale devrait modifier le cadre réglementaire relatif à l'applicabilité du principe de subsidiarité dans l'engagement, la liquidation, l'ordonnancement, et le paiement de la dépense publique, pour atteindre le même résultat.

Cela permettrait d'amplifier l'effet que pourrait produire l'augmentation des seuils à 432 000 €¹² au-delà duquel des appels d'offre seront obligatoires (marchés de défense et de sécurité) attendu au 1^{er} janvier 2026. Augmentation de seuil qui offrirait de belles opportunités pour acquérir des petites séries de drones consommables.

Malheureusement, une telle évolution reste tributaire de la situation parlementaire actuelle car de telles modifications passent par l'adoption d'un budget 2026 prévoyant de telles dispositions, ce qui demeure largement douteux. Il faudra donc espérer qu'une loi « ad hoc » puisse remplir cette fonction, donc à l'issu d'un délai supplémentaire.

II Réduire les délais d'industrialisation des expressions de besoins en paramétrant à la fois le design, le volume, la cadence de production.

Parallèlement à cette évolution en cours des procédures d'acquisition, la révolution digitale (Industrie 4.0) apporte des solutions intéressantes pour une production, à la demande, de petites séries innovantes ou au contraire de larges volumes standardisés, de manière rapide et économique. En effet, les « Dark Factories » et les « Grey Factories » combinés au modèle « Manufacturing-as-a-Service (MaaS) propose des opportunités que l'industrie de défense devrait saisir.

Dark factories, Grey Factories

Les *dark factories* sont des usines intégralement automatisée, fonctionnant sans intervention humaine continue¹³. Elles reposent sur des systèmes cyber-physiques¹⁴, une robotisation avancée, les jumeaux numériques¹⁵ complets (pour effectuer des simulations de flux, de la maintenance prédictive de l'outil de production, de l'optimisation robotique), l'intelligence artificielle en temps réel, les systèmes avancés d'exécution de production (MES, Manufacturing Execution System), les

¹² <https://www.vecteurplus.com/seuils-des-marches-publics-2026/>

¹³ Siemens Digital Industries. Lights-out factory concepts. <https://www.siemens.com>

¹⁴ http://ims2.cran.univ-lorraine.fr/sites/ims2.cran.univ-lorraine.fr/files/inline-files/Olivier_Cardin-les_CPPS.pdf

¹⁵ <https://www.cnrs.fr/fr/actualite/lessor-des-jumeaux-numeriques-face-leurs-defis>

bibliothèques de design, les modèles de workflows et des réseaux IoT¹⁶ totalement intégrés.

Les études relatives au centre de production automatisé de robots de l'entreprise Fanuc¹⁷ au Japon montrent que les environnements «*lights-out*» (synonyme des *dark factories*) présentent des taux de disponibilité élevés, favorisant les économies d'échelle et la réduction des coûts opérationnels. D'ailleurs, selon Yohann Mesmin (Siemens), « *Des usines automatisées ont démontré une baisse de 30 à 40 % des coûts de production, avec des gains de productivité allant jusqu'à 50 %*¹⁸».

Ainsi, les *dark factories* offrent une capacité standardisée et optimisée pour les grands volumes, la répétitivité élevée et la stabilité des opérations. C'est pour cela que les sites aujourd'hui opérationnels concernent l'assemblage de smartphones (Xiaomi¹⁹), de climatiseurs (Gree Electric Appliance²⁰) ou de robots (Fanuc). En revanche, l'échec de la robotisation complète de l'usine Tesla de Fremont²¹ démontre que l'humain demeure pertinent pour la construction de produits particulièrement complexes nécessitant un contrôle qualité rigoureux ou une « personnalisation de masse ».

Aussi, le concept de *grey factories* qui limitent l'intervention humaine aux interventions essentielles s'est déjà déployé en France (Renault à Flins²²; Airbus à Toulouse²³). Ces sites maintiennent un rôle fondamental pour l'opérateur humain, notamment pour la résolution de problèmes complexes, la gestion des imprévus, le contrôle qualité subjectif ou encore l'adaptation à des variations de production. Les travaux de Gualtieri et al.²⁴, portant sur la robotique collaborative, démontrent d'ailleurs l'importance de l'approche «*human-in-the-loop*» pour garantir flexibilité, résilience et agilité des systèmes de production.

Donc, si les *dark factories* sont appropriées aux produits standardisés, à haut volume, peu variants (composants électroniques, pièces usinées standard), les *grey factories* sont mieux adaptées aux services à forte valeur ajoutée, customisation, production « one-off » (petits lots, assemblages complexes), cycles de développement rapides (...), où l'expertise humaine est critique.

Aussi, le pilotage d'un flux d'apprentissage pour mettre en service un système *grey factories* puis *dark factories* devrait faire partie d'une GPEC (gestion prévisionnelle des emplois et compétences) dès à présent à l'instar de ce qui se fait pour la filière nucléaire²⁵.

¹⁶https://www.lemondeinformatique.fr/publi_info/lire-industrie-40-et-iot-assurer-l-integrite-des-donnees-par-la-blockchain-815.html

¹⁷ FANUC Corporation. Lights-out manufacturing case studies. <https://www.fanuc.com>

¹⁸ https://www.epsiloон.com/tous-les-numeros/n44/a_1_interieur_de_la_premiere_dark_factory/

¹⁹<https://www.usinenouvelle.com/editorial/les-dark-factories-ces-usines-sans-ouvriers-ou-les-robots-sont-rois.N2231316>

²⁰<https://lenergeek.com/2025/10/06/bienvenue-dans-le-re-des-dark-factories-quand-les-machines-remplacent-totalement-lhomme/>

²¹ <https://www.lesechos.fr/2018/07/tesla-les-lecons-dune-robotisation-a-outrance-997843>

²² <https://www.lemondeinformatique.fr/actualites/lire-renault-accelere-dans-le-metavers-industriel-97772.html>

²³<https://www.usinenouvelle.com/article/a-toulouse-l-usine-dernier-cri-d-airbus-demarre-l-assemblage-de-la321xlr.N2226576>

²⁴ Gualtieri, L. et al. Collaborative robots in manufacturing. <https://www.mdpi.com>

²⁵ <https://www.edf.fr/groupe-edf/espaces-dedies/journalistes/tous-les-communications-de-presse/creation-de-l-universite-des-metiers-du-nucleaire>

Manufacturing as a Service (MaaS)

Le MaaS vise à établir un système de production distribué dans lequel les ressources de fabrication (machines, capacités, données, logiciels) sont offertes comme des services. Un client soumet un design ou une commande, la plateforme ajuste les lignes de production et prend en charge la fabrication, l'assemblage, les tests et la logistique, la facturation à la pièce, au volume, ou à la capacité réservée.

Dans ce cadre, les machines ne sont plus seulement des actifs physiques, mais des services pilotables, reconfigurables, surveillés (maintenance prédictive, reconfiguration, réallocation de tâches) via des échanges de données sécurisés²⁶.

Combiner MaaS et *dark/grey factory* permet de créer des sites de production modulaire et « plug and produce », orchestrée par IA, capable de :

- reconfigurer une ligne en moins d'une journée, sans interruption du flux,
- produire à la demande des modèles à la pièce,
- assurer traçabilité, tests automatisés et conformité,
- proposer un modèle où les fabricants paient uniquement à l'utilisation.

Une opportunité pour la filière drones légers / munitions téléopérées.

Dans une perspective de création d'une filière industrielle de production pilotable de drones et de munitions téléopérées, les deux modèles de production automatisée se complètent : les *dark factories* garantissent une continuité opérationnelle et une production modulaire standardisable, tandis que les *grey factories* permettent une adaptation dynamique aux besoins clients via une personnalisation avancée, une itération accélérée et une gestion efficace des exceptions.

D'ailleurs, les recherches européennes²⁷ soulignent l'importance de ces complémentarités dans la construction d'un écosystème industriel interopérable et orienté données.

Le terreau est d'ailleurs propice car non seulement des cas d'usages existent dans le monde et en France, mais un précédent de MaaS a même été déployé par le Ministère des Armées et la société Vistory.

Ainsi, lors de l'opération Barkhane, des pièces mécaniques ont pu être produites à distance (impression 3D) grâce à l'emploi d'une blockchain permettant : « *La protection de l'intégrité des données de fabrication (plan numérique, licence d'exploitation, procédé et méthode) ; la gestion sécurisée des droits liés à la propriété industrielle et le respect du modèle économique établit entre l'armée de Terre et ses industriels et la traçabilité des informations*²⁸».

Aussi, en s'appuyant sur le cas d'usage du déploiement de la blockchain « Mainchain » par Vistory au bénéfice des Armées, un projet de dark factory et de grey factory dans un environnement MaaS pourrait être envisagé grâce au déploiement d'une blockchain permissionnée de Consortium²⁹ permettant de faire interagir les différentes parties prenantes d'un tel projet (bases de données,

²⁶<https://www.horizon-europe.gouv.fr/manufacturing-service-technologies-customised-flexible-and-decentralised-production-demand-made>

²⁷ https://cordis.europa.eu/programme/id/HORIZON_HORIZON-CL4-2024-TWIN-TRANSITION-01-03/en

²⁸ <https://vistory.com/gouvernements/>

²⁹ <https://medium.com/@d.conce/smartercities-blockchain-economie-metropolitaine-digitale-fb92f4640bb1>

utilisateurs, contrats auto exécutés, contrôleur/oracles, administrateurs, IA, industriels, puissance publique...).

Compte tenu des délais (3 ans) et du temps nécessaire à la construction de tels sites industriels, la construction des deux types de sites industriels devrait être initié concomitamment.

Néanmoins, si la mutualisation des sites de production permet de réduire les dépenses d'investissement des opérateurs du marché européen des drones, il n'en demeure pas moins que ces besoins de financement d'unités de production automatisée de drones légers et de munitions téléopérées semblent hors de portée de leur trésorerie dans les années à venir.

III : Construire des modes de financement et de gestion des infrastructures innovants.

Aussi, pour rassembler des fonds permettant de construire les usines dans le temps imparti, il conviendra d'envisager des solutions innovantes.

L'automatisation poussée de ces sites industriels nécessite des dépenses d'investissement élevées (robotique, capteurs, réseaux sécurisés...) ce qui est antinomique des faibles volumes de ventes envisagés sur la période par le CEMA. C'est là que le système de production distribué conceptualisé par le MaaS apporte un début de solution en permettant de distinguer les travaux de conception (bureaux d'études) du travail de production (*dark/grey factories*).

Le point crucial de cette problématique est la capacité à faire interagir les propriétaires du design d'un produit, avec les producteurs, les certificateurs de la qualité du produit, les acquéreurs/utilisateurs finaux des produits et les financeurs des infrastructures dans un environnement numérique de production.

Financement initial public.

Pour résoudre cette difficulté, une solution peut être recherchée dans la mobilisation des fonds publics nationaux et européens en faveur de la création de sites de production qui pourraient être mis sous cocon, réactivés ou maintenu en fonctionnement de manière partielle selon les besoins et qui pourrait être opérés par les industriels dans le cadre d'un partenariat original.

D'ailleurs, il serait cohérent que le financement initial de ces sites de production soit un financement « public ». En effet, le volume de production et la rentabilité de ces sites étant décidée par la puissance publique, le secteur privé ne peut prendre un risque de financement qu'il ne contrôle pas. A contrario, c'est à celui qui dimensionne le marché de financer l'investissement.

Néanmoins, les acteurs privés du financement des infrastructures pourraient s'associer à un financement principalement public.

Aussi, des industriels³⁰ et des députés ont fait une proposition originale en proposant à la puissance

³⁰https://www.challenges.fr/entreprise/defense/des-usines-darmement-activables-en-quelques-mois-la-proposition-choc-du-patron-de-knds-france_599406

publique de financer des sites industriels « d'urgence » qui seraient mis sous cocon³¹ en temps normal et activés en temps de crise. Lors de leur activation ils seraient alors opérés par les industriels. Ainsi pour Jean-Louis Thiériot : « *si nous devons nous engager demain dans un conflit de haute intensité, l'enjeu majeur portera sur notre capacité à assurer une production industrielle dans la durée. Une des possibilités consiste à disposer de chaînes de production mises sous cocon pour pouvoir répondre à une remontée en puissance rapide, le fameux ramp-up* ³²».

En poussant cette proposition un pas plus loin et en intégrant les notions de *dark factories*, *grey factories* et *MaaS*, on s'aperçoit que ce type de projets correspond à l'ambition européenne de numérisation de l'industrie³³ et donc que ces projets sont éligibles à divers financements publics. D'ailleurs, il existe de nombreuses sources de financements publics français pour ce type de projets (France 2030 appel à projet Première Usine³⁴; BPI Prêt Nouvelle Industrie³⁵, Plan Industrie³⁶, aides à l'immobilier industriel³⁷; Plan France Relance³⁸; Fonds régionaux³⁹; Dispositifs « Rebonds Industriel »⁴⁰, PIA/Investissements d'Avenir⁴¹), mais aussi au niveau européen (IPCEI — Important Projects of Common European Interest⁴²; Horizon Europe⁴³.

Ce à quoi il faut aussi ajouter les modalités traditionnelles de financement des infrastructures qui peuvent mobiliser des programmes comme Invest EU ou Defence Readiness Omnibus et des institutions comme la Banque européenne d'investissement (BEI) et le Fonds européen d'investissement (FEI/EIF).

Gestion décentralisée des infrastructures.

En revanche, il n'entre pas dans les missions du Ministère des Armées de reconstituer des arsenaux et donc d'exploiter de tels sites⁴⁴. Aussi, l'exploitation des sites devrait donc être confiée à des acteurs privés.

Néanmoins, les augmentations de personnel, nécessaires en cas de besoin d'augmentation brutale de la production concomitante à l'activation des *dark factories* en situation de crise, pourraient se faire grâce à la mobilisation d'une réserve industrielle de défense⁴⁵ ouverte à des profils liés à la

³¹ <https://www.latribune.fr/economie/industrie-quand-la-metallurgie-automobile-s-interesse-a-la-guerre-1020037.html>

³² https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/17/rapports/cion_def/l17b1663_rapport-information.pdf

³³ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/fr/policies/digitising-industry>

³⁴ <https://www.bpfrance.fr/nos-appels-a-projets-concours/france-2030-appel-a-projets-premiere-usine>

³⁵ <https://www.bpfrance.fr/catalogue-offres/pret-nouvelle-industrie>

³⁶ <https://www.bpfrance.fr/nos-actualites/le-plan-industrie>

³⁷ <https://www.collectivites-locales.gouv.fr/animer-les-territoires/cohesion-territoriale-et-lamenagement-du-territoire/le-developpement-local/les-aides-limmobilier-dentreprise>

³⁸ <https://www.economie.gouv.fr/plan-national-relance-resilience-pnrr>

³⁹ <https://bpifrance-creation.fr/encyclopedie/financements/dispositifs-garantie/fonds-regionaux-garantie>

⁴⁰ <https://rebond-industriel.bpfrance.fr/>

⁴¹ <https://www.info.gouv.fr/actualite/le-programme-d-investissements-d-avenir>

⁴² https://competition-policy.ec.europa.eu/state-aid/ipcei_en

⁴³ <https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/portal/screen/opportunities/topic-details/horizon-cl4-2024-twin-transition-01-03>

⁴⁴ En outre les besoins humains ponctuels des Dark Factories et celui plus régulier des Grey Factories semblent peu compatibles avec le statut des ouvriers de l'État ou plus largement des « civils de la défense ».

⁴⁵ <https://www.defense.gouv.fr/dga/reserve-industrielle-defense>

maintenance robotique, ou à l'IA opérationnelle.

Ainsi, le financement et l'exploitation de ces sites de production pourraient être hybrides. Ils pourraient non seulement réunir des programmes de financement public et des acteurs privés du financement des infrastructures publiques, mais aussi faire collaborer des opérateurs privés et des réservistes.

Opportunités numériques.

Par ailleurs, l'industrie 4.0 suppose la numérisation de l'outil de production ce qui n'est pas sans incidence sur les relations entre les opérateurs.

En effet cette numérisation rend possible le déploiement des solutions liées aux technologies de registres distribués (blockchain) pour opérer les infrastructures.

Dans un tel cadre, et compte tenu de l'appropriation par la puissance publique de la technologie des blockchains pendant les 10 dernières années, la problématique d'une combinaison des dark/grey factories dans un environnement MaaS pour résoudre le paradoxe des « Drone légers / munitions téléopérées » dans un délai de trois ans permet d'envisager deux types de solutions de financement et de gestion décentralisée des infrastructures de production.

Une première solution consisterait à confier au Service d'Infrastructures de la Défense (SID) la maîtrise d'ouvrage de la conception, du financement et de la construction d'un site de production de drones Dark/Grey factories dans un environnement MaaS.

Cette construction pourrait être financée par la mobilisation des fonds européens et l'infrastructure appartiendrait au SID.

Une fois construite, cette unité pourrait être confiée (Appel d'Offre / PPP) à un consortium chargé d'exploiter le site. Ce consortium devrait comprendre des industriels chargés de l'exploitation opérationnelle du site et la Direction Générale de l'Armement (DGA) et des services de soutien des forces. Deux blockchains distinctes pourraient alors être utilisées, l'une pour la gestion du site de production (automatisation, contrôle qualité, IA, maintenance prédictive) ; l'autre servirait à gérer les relations entre concepteurs, fabricants, certificateurs et clients.

Dans une telle situation, le concepteur d'un produit innovant - ayant retenu l'attention d'une unité opérationnelle et ayant été qualifié par la DGA - pourrait inscrire son modèle dans le catalogue numérique pour un prix unitaire.

Chaque unité disposant de crédits auprès du site de production pourrait commander soit le modèle courant soit un modèle customisé.

Cette commande serait produite automatiquement moyennant le paiement d'un certain prix. Ce prix serait alors automatiquement partagé (smart contract / contrat automatisé) entre (i) le concepteur du produit innovant, (ii) l'opérateur du site de production et (iii) le propriétaire du site (i.e. les SID).

Une solution alternative étend le champ d'application des technologies de registres distribués au-delà du fonctionnement interne des systèmes de production décentralisées.

Il s'agit alors de constituer un consortium sur lequel serait bâti une «organisation autonome

décentralisée» (DAO⁴⁶). Les DAO consistent en la réunion d'acteurs humains, de sociétés, voire d'intelligences artificielles, fonctionnant grâce à un ensemble *de smart contract / contrat automatisé* établissant un mode de gouvernance, un programme d'action et de contrôle et un régime de gratification des comportements vertueux par l'usage d'un protocole blockchain.

Une telle organisation permettrait de réunir des institutions publiques, des acteurs de marché, des intelligences artificielles afin de gérer de manière automatisée les phases de financement, de gestion des plateformes de commande et de production.

La numérisation rend possible le déploiement des solutions liées aux technologies de registres distribués (blockchain) pour sécuriser les relations entre parties prenantes en mettant aussi en place des mécanismes innovants de financement des infrastructures et des opérations.

Cela permettrait de générer une nouvelle forme de financement de la plateforme par la réactivation, en milieu contrôlé, des fameuses Initial Coin Offering (ICO)⁴⁷ (opérations de financement de projets par l'émission d'actifs numériques reposant sur une blockchain donnant droit soit à une rémunération soit à l'usage de services) développées lors du boom des cryptoactifs de 2017.

La création de la DAO se ferait grâce au lancement concomitant d'une ICO et d'une plateforme d'échange de jetons.

Les financements publics initiaux seraient convertis en jetons dont le remboursement serait prévu selon les modalités et délais indiqués par le « whitepaper » (prospectus de souscription) de l'ICO et automatisé par des smart-contracts / contrats automatisés.

Dans une telle situation, le concepteur d'un produit innovant ayant retenu l'attention d'une unité et ayant été qualifié par la DGA pourrait inscrire son modèle dans le catalogue numérique pour un prix unitaire moyennant l'obtention de jetons spécifiques auprès de la plateforme d'échange de jetons.

Chaque unité militaire disposant « d'enveloppes de subsidiarité » pourrait acheter des jetons auprès de la plateforme d'échange. Grâce à ces jetons elle pourrait commander auprès de la DAO soit le modèle courant soit un modèle customisé d'un produit considéré.

L'ensemble des jetons collectés par la DAO servirait alors à rémunérer les différents membres de la DAO en fonction non seulement des missions qu'ils ont effectués : production, entretien, sécurité, usage de la licence de production du modèle commandé, contrôle de la conformité, ..., mais aussi en fonction des différents contrats automatisés (remboursement des financements, règlement de redevances, gratification de comportements vertueux...).

Selon le nombre d'exemplaires produits, le concepteur du produit innovant reçoit le nombre convenu de jetons qu'il peut échanger contre des euros auprès de la plateforme d'échange.

La situation actuelle des finances publiques et l'impérieuse nécessité d'être en mesure de produire des drones et des munitions téléopérées de manière agile et frugale impose de mettre en œuvre des

⁴⁶ <https://www.erudit.org/en/journals/mlj/2024-v69-n4-mlj010082/1118434ar/>

⁴⁷ <https://medium.com/@d.conce/ce-que-les-icos-peuvent-apporter-%C3%A0-linnovation-de-d%C3%A9fense-c7d98aea224d>

solutions innovantes qui assemblent des technologies existantes et ayant déjà fait l'objet de «cas d'usages» au sein des armées.

Conclusion

Selon Hölderlin, « *Là où croît le péril, croît aussi ce qui sauve* ».

Aujourd'hui le péril réside dans l'incapacité du segment « drones légers / munitions téléopérées » à financer des usines automatisées permettant des baisses de 30 à 40 % des coûts de production, des gains de productivité allant jusqu'à 50 % et permettant un pilotage fin du volume de production et de sa scalabilité, tout en limitant les problèmes de disponibilité de main d'œuvre.

Cette incapacité trouve sa source dans la faiblesse de la trésorerie⁴⁸ des opérateurs de marché, leur surendettement, leur faible rentabilité intrinsèque et la rareté d'une commande publique liée à l'obsolescence extrêmement rapide de ce segment (un nouveau cycle toutes les 6 à 8 semaines en Ukraine⁴⁹).

Face à ces défis une réponse traditionnelle n'a pas eu lieu de l'aveu même du MINARM annonçant l'échec en 2013, en 2020⁵⁰⁵¹ et en 2024⁵² du segment drone français.

Grâce au travail collectif du GICAT, de l'ADIF, de l'Armée de Terre, de l'État-Major des Armées et de la DGA (Direction générale de l'armement), la filière drone française a reçu une feuille de route en 2023. Celle-ci visait principalement le combat aéroterrestre et établissait 20 recommandations très concrètes, qui ont permis la rédaction en 2024 d'un pacte Drones Aérien de Défense⁵³. Cependant, faute de financement, ces textes sont restés lettres mortes depuis 15 mois.

Il convient alors de faire un pas de côté ; d'embrasser entièrement la révolution numérique en cours et d'utiliser les avancées de la robotique, de l'IA et des technologies de registres distribués pour créer une nouvelle façon de concevoir (itérations successives), de produire (*dark/grey factories*) et d'acquérir/consommer ces équipements singuliers.

Néanmoins, trois ans demeurent un délai extrêmement court, même si le Defense Readiness Omnibus vient d'établir une procédure accélérée qui permet d'obtenir en deux mois les autorisations administratives de création d'usines d'armement⁵⁴.

Il n'y a donc pas de temps à perdre pour inscrire dans la loi de finance pour 2026 la modification de la gestion du programme 146 « équipement des forces » ; la réforme des « enveloppes de subsidiarité », et le transfert d'un véritable pouvoir d'adjudication aux unités militaires, comme le propose la Commission défense de l'Assemblée Nationale.

⁴⁸<https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/2025/03/19/quelle-etait-la-situation-financiere-des-entreprises-de-la-bitd-avant-la-guerre-en-ukraine>

⁴⁹ <https://www.instagram.com/reel/DRB2rq3jmAo/?igsh=MWU5enQ3czc1NXFhcw>

⁵⁰ <https://www.usinenouvelle.com/article/pourquoi-la-france-a-rate-le-virage-des-drones-militaires.N933664>

⁵¹ https://www.assemblee-nationale.fr/dyn/15/rapports/cion_def/l15b4320_rapport-information

⁵² https://www.bfmtv.com/economie/entreprises/defense/defense-les-drones-un-echec-collectif-qui-hante-le-ministre-des-armees_AV-202410030593.html

⁵³ <https://www.defense.gouv.fr/dga/actualites/pacte-drones-aeriens-defense-desormais-pleinement-operationnel>

⁵⁴ https://defence-industry-space.ec.europa.eu/european-commission-unveils-defence-readiness-omnibus-and-edf-interim-evaluation-2025-06-17_en

Il est aussi grand temps de réunir les « *parties prenantes* » autour d'un projet de production automatisée et décentralisée de drones légers et de munitions téléopérées qui réponde à l'ambition européenne du programme « European defence – Readiness 2030⁵⁵ ».

⁵⁵ https://commission.europa.eu/topics/defence/future-european-defence_en
13 sur 13
Nov. 2025