

# SYSTÈMES DE SYSTÈMES : UN NOUVEAU MARCHÉ POUR DE NOUVEAUX ACTEURS

➤ Olivier Saint-Esprit, associé chez IAC Partners, en collaboration avec Fédérico Pasquali, Consultant

**D**epuis la présentation du SCAF (Système de Combat Aérien du Futur) au salon du Bourget en juin 2019, les Systèmes de Systèmes (SoS) connaissent une médiatisation intense. De fait, le développement de ces systèmes figure dans la roadmap des acteurs clé de la défense. En Europe, 2 programmes de cette nature sont sur les rails : le SCAF Franco-Germano-Espagnol dirigé par Airbus et Dassault en collaboration avec Safran, Thales, MBDA, MTU, Diehl et Hensoldt, et le TEMPEST Anglo-Italo-Suédois mené par BAE Systems, Leonardo, Saab et Rolls-Royce. Il en va de même aux Etats-Unis où la DARPA a confié le développement du SoSITE (SoS Integration Technology and Experimentation) à Lockheed Martin en partenariat avec Northrop Grumman, Rockwell Collins et General Dynamics.

Rappelons en quelques mots qu'un système mérite le qualificatif de SoS si les sous-systèmes qui le constituent possèdent 5 propriétés cumulatives :

- indépendance opérationnelle : chaque sous-système sait remplir ses fonctions individuelles sans avoir besoin de coopérer avec d'autres systèmes du SoS ;
- indépendance managériale : des décisions peuvent être prises en autonomie par les sous-systèmes ;



Olivier Saint-Esprit

TRIBUNE LIBRE

- distribution géographique : les sous-systèmes sont physiquement séparés les uns des autres, tout en étant interconnectés ;

- développement évolutif : l'architecture du SoS est compatible d'évolutions techniques réalisées de manière continue au niveau des sous-systèmes ;
- comportements émergents : les sous-systèmes interagissent en générant des comportements non définis lors de leur conception.

**DE LA PERFORMANCE DU VÉHICULE À CELLE DU RÉSEAU.**

L'approche collaborative sur laquelle se basent les SoS n'est pas nouvelle pour des secteurs comme l'aviation civile : les aéronefs échangent déjà en continu des informations avec l'ATM (Air Traffic Management) et des initiatives comme le programme

SESAR (Single European Sky ATM Research) visent à renforcer la collaboration entre les avions et les contrôleurs aériens via le Data-Link. Les industriels de la Défense se sont en revanche historiquement concentrés sur l'amélioration des performances des « véhicules » (avion de combat, missile, satellite, ...) plus que sur leur interopérabilité au sein de réseaux.

Dès lors, le développement de SoS militaires entérinant un transfert de valeur de la performance du véhicule à celle du réseau constitue une révolution.

3 impacts majeurs sont déjà identifiables par rapport aux systèmes fermés classiques :

- des méthodes de développement innovantes dites « à double cycle en V » seront mises en œuvre ;
- de nouvelles compétences devront être mobilisées dans le

domaine de l'ingénierie système ;

- et surtout, le caractère « ouvert » de l'architecture des SoS va permettre l'émergence de nouveaux acteurs et redéfinir les équilibres industriels au sein d'un secteur traditionnellement protégé.

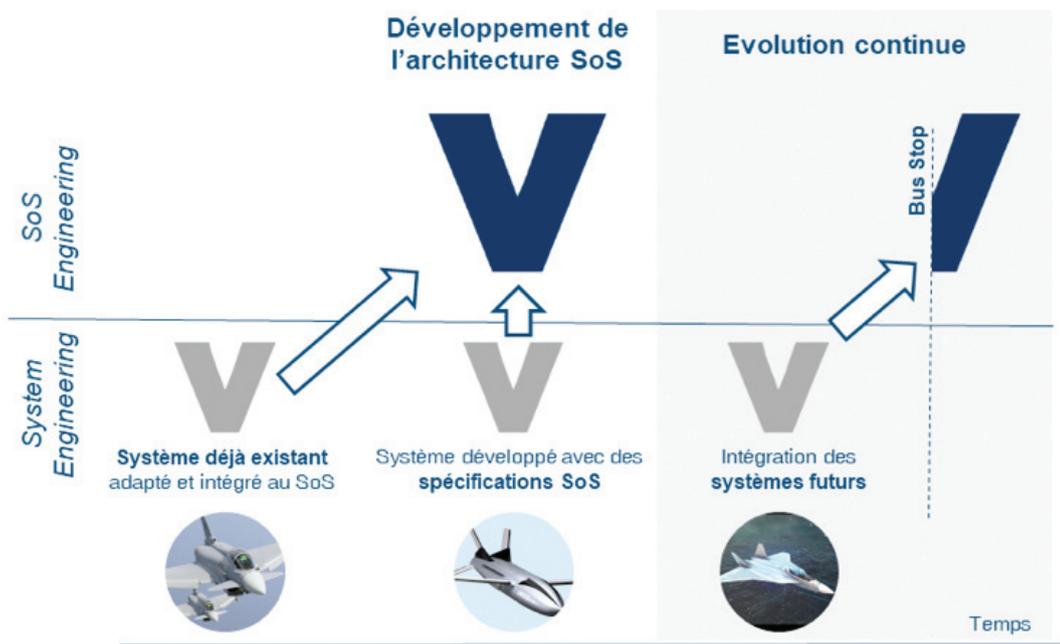
**DÉVELOPPEMENT PAR DOUBLE CYCLE EN V.**

Un SoS militaire est architecturé pour faire interopérer 3 types de systèmes :

- 1) des systèmes conçus en même temps que le SoS qui va les accueillir ;
- 2) des systèmes déjà opérationnels – l'Eurofighter et le Rafale dans l'exemple du SCAF – donc développés à une époque où le SoS n'était pas encore spécifié ;
- 3) de futurs systèmes non encore spécifiés voire non encore

imaginés puisque certains nouveaux usages ne pourront être appréhendés que par des approches itératives et collaboratives entre industriels, en combinant les points forts de chaque système pour définir des scénarios d'usage encore inconnus.

En raison de cette diversité, les cycles de développements des systèmes constitutifs d'un SoS sont asynchrones et indépendants entre eux et par rapport à celui de l'architecture. Le cycle en V traditionnel se transforme en un cycle en V à deux étages, où le développement par « design freezes » est remplacé par une logique à « bus stops » : à intervalle régulier le SoS intègre les développements matures et définit des échéances postérieures – les « bus stop » – auxquelles les futures évolutions pourront être intégrées au SoS.



**Le cycle de développement en V du SoS et celui des systèmes constitutifs est asynchrone.**

**Une logique « bus stops » est utilisée pour intégrer les évolutions à intervalle régulier.**

### UN NOUVEAU MÉTIER : L'INGÉNIEUR SOS - DES RELATIONS HISTORIQUEMENT VERTICALES QUI VONT S'HORIZONTALISER.

En plaçant les enjeux non plus tant au niveau des interfaces qu'au niveau des interconnexions, le développement de SoS militaires va modifier profondément les approches techniques et business des ingénieurs de la Défense.

Les pratiques historiques des systémiers consistant à spécifier et à cascader de manière rigide des exigences de performance aux sous-systèmes et équipements devront laisser place à des logiques de spécification plus souples et suffisamment ouvertes pour permettre à plusieurs développeurs de systèmes constitutifs de s'intégrer au SoS. Les architectures devront notamment être parfaitement modulaires pour capter les opportunités offertes par l'intégration de futurs systèmes non encore imaginés.

Ce changement d'approche, supposant une collaboration accrue entre partenaires, aura un impact particulièrement marqué dans la Défense, dont les acteurs cherchent à protéger leur périmètre industriel et où l'interopérabilité avec les systèmes d'autres fournisseurs est souvent perçue comme une menace.

### DES RÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES SIMILAIRES À CELLES DU CIVIL.

L'essor des SoS militaires va s'accompagner de révolutions tech-

nologiques similaires à celles qui ont impacté ces 15 dernières années les secteurs des Telecom, des équipements industriels ou de l'électronique grand public.

4 parallèles peuvent ainsi être établis avec des transformations en cours ou déjà achevées dans le civil :

- à l'image de l'IoT (Internet of Things), la mise en œuvre d'une multiplicité de capteurs va consacrer la prépondérance des technologies de mise en réseau et de traitement de l'information ;
- des environnements applicatifs de plus en plus riches verront le jour à destination des humains mettant en œuvre les SoS, dans une transition similaire à celle qu'a connue la téléphonie lors du passage du téléphone au smartphone ;
- de même que le secteur du logiciel a vu la mise en place d'API (Application Programming Interface) et l'évolution vers le mode SaaS (Software as a Service), un effort d'homogénéisation des interfaces sera réalisé pour standardiser les fonctionnalités logicielles et simplifier leurs mises à jour ;

• enfin, le besoin de sécuriser les systèmes communicants semi-ouverts que sont les SoS confèrera une place critique aux solutions de cybersécurité, pour se prémunir d'attaques aujourd'hui très répandues dans le civil (déni d'accès, usurpation, vol de données, ...), qui étaient inenvisageables à l'époque où les systèmes étaient fermés, mais dont les

conséquences dans le domaine militaire seraient gravissimes.

### DE NOUVEAUX ECOSYSTÈMES ET UNE CHAÎNE DE VALEUR REDÉFINIE.

Les spécificités des SoS vont en conséquence bouleverser les positions dans l'industrie de la défense.

La flexibilité des architectures SoS va abaisser les barrières du secteur et permettre à de nouveaux entrants de s'y positionner. Les acteurs historiques tenteront quant à eux de conquérir de nouvelles positions, attirés par la perspective de schémas de collaboration plus ouverts que la relation traditionnelle Prime - Tier 1 - Tier 2 structurée par des cascades d'exigences non dérogeables. C'est ce contexte qui a vu AIRBUS et MBDA présenter chacun leur démonstrateur de remote carrier intégrable au SCAF lors du dernier salon du Bourget.

Des entreprises spécialisées dans la gestion des réseaux vont soudainement devenir des acteurs clé des écosystèmes SoS : transposant dans le militaire des compétences issues du monde civil, elles capteront une part importante de la valeur en se positionnant dans le « network ».

Enfin, les nouveaux scénarios générés par les comportements émergents des SoS redistribueront les rôles affectés aux systèmes et équipements au sein de la chaîne opérationnelle. A titre d'exemple, des configurations opérationnelles prévoyant l'envoi en 1ère ligne

de remote carriers pour des opérations de brouillage et de reconnaissance entraîneront une redéfinition profonde du rôle de l'avion de combat et des équipements optroniques ou de guerre électronique de ce dernier.

### SOS : UNE RÉVOLUTION AU-DELÀ DE LA DÉFENSE.

La révolution des SoS va impacter fortement la chaîne de valeur de la Défense et occasionner des bouleversements aussi majeurs que ceux vécus ces 2 dernières décennies par le secteur des Telecoms. Les rôles seront redéfinis jusqu'aux entreprises historiques, de nouveaux acteurs émergeront et de nouvelles compétences seront requises.

Pour les industriels qui parviendront à se constituer des positions fortes grâce aux grands programmes militaires, de nombreuses opportunités dérivées se feront jour dans le civil : industrie 4.0, Smart cities, mobilité autonome seront autant de cas d'application des SoS.

Dans la perspective d'une ville connectée, le scénario priorisant le passage d'un véhicule de secours grâce à l'interconnexion du contrôle du trafic, des véhicules autonomes et des hôpitaux mobilisera les mêmes expertises en Communication, Cybersécurité et gestion des réseaux que celles des SoS militaires.

Ceci laisse augurer que ce bouleversement ne restera pas cantonné au seul secteur de la Défense. ■