



# EPIDOSIS

Regards croisés sur l'innovation

n° 04

Hebdo

Janvier 2014

## La pluridisciplinarité au service de l'innovation technologique

L'Homme, dépassant la simple satisfaction de ses besoins primaires, a toujours été animé par un désir de savoir qui le pousse à explorer et à organiser son environnement. Ainsi, **il catégorise les objets de ses investigations, découpe la réalité, aménage ses connaissances et ses activités en disciplines**. L'évolution des sciences amena au XIX<sup>e</sup> siècle les hommes de science à se poser la question d'une classification de ces disciplines qui, encore aujourd'hui, évoluent, se développent, se transforment et se subdivisent en fonction des nouveaux concepts, des découvertes et des inventions. La professionnalisation de la recherche, la spécialisation de plus en plus étroite des chercheurs, ainsi que la complexité croissante des outils, tendent à favoriser le développement et l'autonomisation des disciplines et des sous-disciplines.

Cette évolution vers l'hyperspécialisation a sans doute été prolifique pour les sciences mais en contrepartie, la connaissance s'est fragmentée. Or, **la science est un tout et par conséquent, les disciplines doivent être mises en relation les unes avec les autres**. Aujourd'hui, aborder un objet d'étude selon différents points de vue en utilisant la complémentarité intrinsèque des disciplines est de plus en plus complexe et la possibilité de trouver une solution innovante à un problème avec une approche différente se réduit. Toutefois, c'est parfois la clé de la réussite, comme l'a démontré Steve Jobs chez Apple.

### EPIDOSIS

Dans la littérature grecque, le terme **ἐπίδοσις**, issu du verbe **ἐπιδίδωμι**, est employé pour exprimer le don volontaire, l'engagement personnel. Par extension, notamment chez Isocrate, le terme prend le sens du progrès effectué, de l'innovation. Don de soi et innovation, deux valeurs que l'armée de l'air porte en ses gènes.

Cette publication du CESA a pour vocation de susciter des échanges, de croiser les regards entre les aviateurs, le personnel de la Défense et les décideurs publics et privés.

[www.cesa.air.defense.gouv.fr](http://www.cesa.air.defense.gouv.fr)

Désormais, **toute connaissance dépend à la fois de l'objet et du sujet**, et toutes les disciplines sont nécessairement interdépendantes. Ainsi, pour répondre à ses problématiques opérationnelles dans **une approche pluridisciplinaire favorisant l'innovation**, l'armée de l'air s'est dotée d'un outil : le Centre de recherche de l'armée de l'air (CReA). Prenons l'exemple de la problématique, stratégique pour les ailes françaises, de l'insertion des drones dans la circulation aérienne générale. L'organisation du CReA autour de pôles d'expertise, qui favorise naturellement le dialogue entre les disciplines, a permis de traiter cette question sous l'angle de la pluridisciplinarité et a été à l'origine d'une innovation majeure dans le domaine cité.

Qu'en est-il exactement ? Actuellement, un drone ne peut pas voler seul dans l'espace aérien général. Le point critique est le respect des règles de l'air basées sur le principe du « voir et éviter ». Le problème vient du fait qu'il n'y a pas de pilote à bord du drone qui assure cette fonction. Alors que le risque d'une rupture de liaisons de données entre le drone et l'opérateur (pilote du drone à partir de la station sol) est non nul, le drone doit, en cas de perte de liaison, être capable d'appliquer de manière autonome le principe du « voir et éviter » aussi bien qu'un pilote humain à bord d'un aéronef. C'est sur ce constat qu'**une nouvelle approche de recherche et de conception basée sur les comportements du pilote a été élaborée** pour répondre à cette problématique d'insertion des drones. Cette approche basée sur l'homme comme objet d'étude engage naturellement la recherche dans la voie de la pluridisciplinarité.

Alors qu'il existe déjà des études proposant des solutions techniques pour l'élaboration de systèmes « voir et éviter », ces solutions sont le plus souvent le résultat d'une recherche très dépendante des sciences dites dures comme les sciences de l'ingénieur et ne s'appuient pas sur des principes de recherches et de conceptions pluridisciplinaires. Aussi, ces solutions sont souvent complexes, très coûteuses et ne garantissent pas que les drones se comportent de la même manière que les autres usagers de l'espace aérien. En effet, les pilotes humains en vol face à un drone équipé de ce type de systèmes pourraient être surpris des réactions du drone et la létalité de la situation de collision potentielle, déjà critique, s'en trouverait augmentée. En outre, ces solutions produisent des technologies encombrantes qui ne sont pas adaptées aux drones de petite taille. [Cela démontre la limite de ces approches uniquement techniques](#) lorsqu'on considère le panel de drones existant sur le marché actuel (du mini drone de quelques centaines de grammes jusqu'au drone militaire de plusieurs tonnes).

Dès lors et de manière générale, pour modéliser le comportement d'un être humain et garantir qu'un système artificiel, comme le drone, aura les mêmes comportements face à un problème résolu initialement par un être humain, il est indispensable d'adopter une démarche nécessitant de s'inspirer de domaines d'études parfois très différents, auxquels le *quidam* ne penserait pas naturellement faire appel.

Alors qu'il est classiquement proposé, pour le problème qui nous occupe, des modèles d'automatisme et d'ingénierie, [ces derniers ne prennent pas en compte pas le fonctionnement du cerveau de l'être humain](#) – comment le pilote expert organise ses connaissances et les utilise pour éviter une collision en vol ? – amenant au comportement d'évitement. Or, pour élaborer une telle technologie, il est nécessaire de modéliser les réactions du pilote en situation de risque de collision (les actions d'évitement) mais également ce qui l'amène à avoir ces réactions (ce qui se passe dans le cerveau de ce pilote). [La complémentarité des modèles, nourrie par les différents domaines et disciplines comme les mathématiques, la psychologie, l'IA \(intelligence artificielle\) et la cybernétique, tend dans cette approche pluridisciplinaire vers une meilleure représentation de la réalité et construit l'innovation.](#)

Ainsi, le CReA a mis au point le système TESC (trajectoire d'évitement sans collisions), prototype technologique d'évitement de collision pour les drones qui est le fruit du rapprochement entre sciences cognitives (domaines scientifiques se rapportant au comportement et à la réflexion d'un être humain) et sciences de l'ingénieur (mathématiques, automatique...). Les récents essais en vols sur avions et mini drones ont montré la validité et la performance des concepts qui font l'originalité de TESC. [La puissance de cette nouvelle technologie issue de l'approche pluridisciplinaire ouvre également des perspectives nouvelles](#) dans de nombreux autres domaines, comme celui des missiles, et la voie à d'autres innovations, tels que les systèmes de prédiction de trajectoire en combat aérien ou le ciblage au sol. Cette approche pluridisciplinaire continue actuellement de faire ses preuves avec la récente élaboration d'un système artificiel émulant les comportements de l'oreille interne et du système vestibulaire (organes qui permettent à l'être humain de s'orienter) d'un être humain qui, dans le cas de TESC, permet de le rendre robuste et adaptable aux rafales de vent.

Alors que la recherche et le développement sont souvent délaissés dans le monde industriel en période de crise économique, [l'armée de l'air s'organise et démontre, au travers de son centre de recherche, que de nouvelles approches basées sur la pluridisciplinarité créent les conditions de l'innovation sous contraintes financières fortes.](#) C'est en période de tension que l'innovation prend tout son sens car elle permet une rupture pour des investissements véritables, durables et ciblés, lorsque les autres choisissent de ne plus y croire. N'est-ce pas là le génie de Steve Jobs d'avoir massivement investi dans la recherche pluridisciplinaire et intégré les sciences cognitives dans la conception de ses systèmes durant la période de crise des années 90 ? On connaît la réussite qu'il a rencontrée.

Capitaine Daniel Gigan<sup>1</sup>



### **Epidosis**

Une publication du CESA

**Directeur de publication :**  
colonel Bruno Mignot

**Contact :**  
bruno.mignot@intradef.gouv.fr  
Tél : 01 44 42 83 71

**Centre d'études  
stratégiques aérospatiales**  
1, place Joffre  
75700 Paris SP 07

www.cesa.air.defense.gouv.fr

1. NDLR : chercheur au CReA, concepteur du système TESC.