

De evolutie van de vliegtuigbewapening

Lionel Gabriel, Ir (LG)

Technische aspecten

Wilfried De Brouwer (WDB)

Operationele aspecten



A USAF F-16 fires an AGM-65 Maverick missile.

L'évolution de l'armement aérien

Lionel Gabriel, Ir (LG)

Aspects techniques

Wilfried De Brouwer (WDB)

Aspects opérationnels

Traduit/relu par Lionel Gabriel,
André Perrad & Mich De Weirdt

Deel 6: De lucht-grond bewapening na WO2

1. Ter inleiding (WDB)

In onze vorige aflevering hebben we de sensationele evolutie van de lucht-lucht bewapening na de tweede wereld-oorlog besproken. In dit zesde en laatste artikel over vliegtuig-bewapening belichten we de gelijkaardige evolutie van de lucht-grond bewapening.

Vooraleer we beginnen met de technische beschrijving willen we toch benadrukken dat de verdere ontwikkeling van deze bewapening vrij traag op gang is gekomen.

Vooral tijdens de eerste fase van de Koude Oorlog werd gevreesd dat het Warschau Pact zou doorstoten naar het Westen met haar overweldigend potentieel aan conventionele wapens. Daarom werd langs NAVO-kant geopteerd voor een doctrine van *massive nuclear retaliation*, dus in geval van enig offensief vanwege de tegenstander zou men terugslaan met nucleaire wapens.

Maar toch werden de West Europese NAVO-landen via het MDAP-programma (*Mutual Defense Assistance Program*) uitgerust met vliegtuigen en bewapening om in een conventioneel scenario ingezet te worden. Dit kwam goed te pas toen in het midden van de jaren '60 de NAVO overschakelde naar de doctrine van *flexible response*. Een conventionele aanval zou beantwoord worden met conventionele wapens; enkel in geval van absolute noodzaak en een belangrijke vijandelijke doorbraak zou men beroep doen op nucleaire wapens.

Een betere conventionele capaciteit om een eventuele aanval te stoppen werd dus een noodzaak. Op luchtvaartgebied zal die capaciteit vooral bestaan uit jachtvliegtuigen die punctuele doelen konden aanvallen bij een eventueel vijandelijk offensief. De Amerikanen en Britten hielden wel strategische bommenwerpers achter de hand om het vijandelijk potentieel in de diepte aan te vallen.

De F-104 consortium-landen (DE, NL, BE, IT) zagen zich verplicht hun Starfighters om te bouwen. Inderdaad, de USAF had geen enkel conventioneel wapen gecertificeerd op dit vliegtuig dat door het Europees consortium aangekocht werd als onderscheppingsjager en om opdrachten uit te voeren met nucleaire wapens.

Naast een aantal vliegtuigen hebben de VS in het kader van MDAP ook Mk 64 en Mk 65 bommen van respectievelijk

Sixième partie : L'armement air-sol après la Seconde Guerre mondiale

1. En guise d'introduction (WDB)

Dans notre précédent chapitre, nous évoquions l'évolution sensationnelle de l'armement air-air après la Seconde Guerre mondiale. Dans ce sixième et dernier article sur l'armement des avions, nous mettons en évidence l'évolution similaire de l'armement air-sol.

Avant de commencer la description technique, nous voudrions néanmoins souligner que le développement de cet armement a commencé plutôt lentement.

En particulier pendant la première phase de la guerre froide, on craint que le Pacte de Varsovie ne progresse vers l'ouest avec son potentiel écrasant d'armes conventionnelles. C'est pourquoi l'OTAN opte pour une doctrine de *massive nuclear retaliation*, c'est-à-dire qu'en cas d'offensive de l'adversaire, la riposte se ferait avec des armes nucléaires.

Pourtant, grâce au programme MDAP (*Mutual Defense Assistance Program*), les pays de l'OTAN d'Europe occidentale s'équipent d'avions et d'armements pouvant être déployés dans un scénario conventionnel. Cela s'avère utile lorsque l'OTAN passe à la doctrine de la *flexible response* au milieu des années 1960. On pouvait répondre à une attaque conventionnelle avec des armes conventionnelles ; ce n'est qu'en cas de nécessité absolue et de percée significative de l'ennemi que l'on ferait appel aux armes nucléaires.

Une capacité conventionnelle améliorée pour arrêter une éventuelle attaque est donc devenue une nécessité. Dans le domaine de l'aviation, cette capacité consiste principalement en des avions de combat capables d'attaquer des cibles ponctuelles en cas d'offensive ennemie. Les Américains et les Britanniques gardent cependant des bombardiers stratégiques en réserve pour pouvoir attaquer le potentiel ennemi en profondeur.

Les pays du consortium F-104 (DE, NL, BE, IT) sont obligés de convertir leurs Starfighter. En effet, l'USAF n'avait certifié aucune arme conventionnelle sur cet avion acheté par le consortium européen comme chasseur intercepteur et pour effectuer des missions avec des armes nucléaires.

Dans le cadre du MDAP, en plus d'un certain nombre d'avions, les États-Unis fournissent également des bombes Mk 64 et Mk 65 de respectivement 500 et 1.000 livres, principalement destinées à armer les F-84G et F-84F. Ces

L'évolution de l'armement aérien

500 en 1000 lbs geleverd, vooral bedoeld om de F-84G en F-84F te bewapenen. Deze bommen waren van hetzelfde type als deze die voordien gebruikt werden om massabombardementen uit te voeren. Jachtvliegtuigen kunnen die ook gebruiken maar enkel in duikvlucht. En duikvlucht is niet de beste optie in West-Europese weersomstandigheden, het doel moet namelijk visueel kunnen geïdentificeerd worden vanaf een hoogte van minimum 8.000 ft. Bovendien is die methode weinig precies. Dit was één van de redenen waarom de West-Europese NAVO landen opteerden voor penetratie en aanvallen op lage hoogte. Dit ook om buiten het detectievermogen van de vijandelijke radars te blijven.

Om bij aanvallen op lage hoogte het risico te verminderen het vliegtuig zelf te beschadigen diende de bewapening aangepast. In een eerste stadium waren dit lucht-grond raketten, het boordkanon en napalm. Later, tijdens de jaren 60' werden GP bommen (Mk 82R Snakeye, Matra) ontwikkeld met een remsysteem na de afwerping, zodat ze ook op zeer lage hoogte veilig konden gedropt worden. Ook clusterbommen (para 2.3.1.) wonnen aan populariteit.

Maar was dit doeltreffend? We bekijken dit meer in detail na de beschrijving van de technische evolutie.

bombes sont du même type que celles utilisées précédemment pour effectuer des bombardements de masse. Les avions de chasse peuvent également les utiliser, mais uniquement en piqué. Et le vol en piqué n'est pas la meilleure option dans les conditions météorologiques d'Europe occidentale, car la cible doit être identifiable visuellement à partir d'une hauteur d'au moins 8.000 pieds. De plus, cette méthode est peu précise. C'est l'une des raisons pour lesquelles les pays de l'OTAN d'Europe occidentale optent pour des pénétrations et des attaques à basse altitude. Mais aussi pour rester en dehors de la capacité de détection des radars ennemis.

Pour réduire le risque d'endommager l'avion lui-même lors d'attaques à basse altitude, l'armement doit être adapté. Au départ, il s'agit de roquettes air-sol, du canon embarqué et du napalm. Plus tard, dans les années 1960, des bombes GP (Mk 82R Snakeye, Matra) sont développées, avec un système de freinage après éjection, de sorte qu'elles peuvent être larguées en toute sécurité même à très basse altitude. Les bombes à fragmentation (paragraphe 2.3.1.) gagnent également en popularité.

Mais était-ce efficace ? Nous y reviendrons plus en détail après avoir décrit l'évolution technique.



The A-10 with the 30mm Gatling gun between the shark teeth. A redoubtable weapon.

2. Technische evolutie (LG)

2.1. Kanonnen

In ons vorig magazine hebben we de technische evolutie van de boordkanonnen uitvoerig beschreven. Het boordkanon, dat initieel bedoeld was als lucht-lucht wapen was in deze rol, met de evolutie van de missies, stilaan op de achtergrond verdwenen. Nochtans bleef het boordkanon noodzakelijk als alternatief wapen, zowel in defensieve als in offensieve opdrachten. Als precisiewapen tegen gronddoelen in een omgeving met weinig of geen luchtdoelartillerie bleef het nog steeds een geducht wapen. Dit is vooral gebleken bij aanvallen op terreurgroepen in Afghanistan en Noord-Irak.

2.2. Lucht-grond raketten

In de jaren '60 en '70 presteerden de lucht-grond raketten een pak beter, vooral bij CAS¹ opdrachten. Zo kon de Belgische F-104G twee LAU-3/A launchers met elk negentien 2.75 inch raketten gefabriceerd door Forges de Zeebrugge meenemen, en de Mirage 5 twee LAU-32 met elk zeven 2.75 inch raketten. Raketten behoren actueel niet tot de inventaris van de Belgische Air Component, maar andere luchtmachten maken er nog steeds gebruik van. Forges de Zeebrugge, sinds 2017 Thales Belgium, heeft in 2015 zelfs een laser-guided rocket, de FZ 275 LGR afgevuurd uit een Denel Rooivalk.

Andere actuele lucht-grond raketten zijn de Hydra 70, gefabriceerd door General Dynamics, de Canadian Rocket Vehicle CRV-7 en de Franse SNEB.

2.3. Bommen

2.3.1. Niet-geleide bommen

In de jaren 1945 - 1970 blijft men de klassieke 500, 1 000 en 2 000 lbs bommen gebruiken. In de Westerse wereld zijn dit respectievelijk de Mk 64, Mk 65 en later de Mk 82, Mk 83 en Mk 84. Zoals reeds in de inleiding beschreven waren die wapens weinig geschikt in een West-Europese omgeving. Men opteerde dus voor bombardementen op lage hoogte. Wegens het risico dat het aanvallend vliegtuig geraakt wordt door fragmenten van zijn eigen bom, ontwikkelt men de zogenaamde "*retarded bombs*". De Mk 82R Snakeye (R voor "*retarded*"), voorzien van remvinnen die de bom tijdens haar val vertragen zodat het vliegtuig buiten de ontploffingsenveloppe kan blijven, is hier een voorbeeld van.

Een ander wijdverspreid wapen is de clusterbom, dit is een container die bij het openbarsten een groot aantal submunities verspreidt. Echter, niet al deze bommetjes ontploffen en kunnen jaren na het conflict nog een ernstige bedreiging vormen voor de burgerbevolking. Daarom

1. Close Air Support, nabije vuursteun aan groundtroepen.

2. Évolution technique (LG)

2.1. Les canons

Dans notre précédent magazine, nous avons décrit en détail l'évolution technique des canons de bord. Initialement prévu comme une arme air-air, le canon de bord s'était discrètement effacé dans ce rôle avec l'évolution des missiles. Néanmoins, le canon reste nécessaire comme arme alternative, tant dans les missions défensives qu'offensives. En tant qu'arme de précision contre des cibles terrestres dans un environnement avec peu ou pas d'artillerie anti-aérienne, il reste une arme redoutable. Cela a été particulièrement évident lors d'attaques contre les groupes terroristes en Afghanistan et dans le nord de l'Irak.

2.2. Les roquettes air-sol

Dans les années 1960 et 1970, les roquettes air-sol sont beaucoup plus performantes, notamment dans les missions CAS¹. Le F-104G belge peut emporter deux lanceurs LAU-3/A, chacun contenant dix-neuf roquettes de 2,75 pouces, fabriquées par les Forges de Zeebruges, et le Mirage 5 deux LAU-32 avec sept roquettes de 2,75 pouces chacun. Les roquettes ne font actuellement plus partie de l'inventaire de la Composante Aérienne belge, mais d'autres forces aériennes les utilisent encore. L'entreprise Forges de Zeebruges, devenue en 2017 Thales Belgium, a même tiré en 2015 une roquette à guidage laser, la FZ 275 LGR, depuis un Denel Rooivalk.

Les autres roquettes air-sol actuelles comprennent l'Hydra 70, fabriquée par General Dynamics, le Canadian Rocket Vehicle CRV-7 et le SNEB français.

2.3. Les bombes

2.3.1. Les bombes non guidées

Dans les années 1945 à 1970, on continue à utiliser les bombes classiques de 500, 1.000 et 2.000 livres. Dans le monde occidental, il s'agit respectivement des Mk 64, Mk 65 et plus tard des Mk 82, Mk 83 et Mk 84. Comme déjà décrit dans l'introduction, cet armement est mal adapté à un environnement d'Europe occidentale. On opte donc pour le bombardement à basse altitude. En raison du risque que l'avion attaquant soit touché par des fragments de sa propre bombe, les bombes dites « freinées » sont développées. La Mk 82R Snakeye (R pour « *retarded* »), équipée d'ailettes de freinage qui ralentissent la bombe pendant sa chute afin que l'avion puisse rester en dehors de l'enveloppe de l'explosion, en est un exemple.

Une autre arme très répandue est la bombe à sous-munitions ; il s'agit d'un conteneur qui, une fois ouvert, disperse un grand nombre de sous-munitions. Cependant,

1. Close Air Support, appui-feu rapproché aux forces terrestres.



Mk 82R, Snakeyes dropped by USAF A-7.

was er vanaf 2003 sterke internationale druk om deze wapens te verbieden. België nam hierbij het voortouw en verklaarde clustermunitie illegaal in februari 2007. In 2008 ondertekenden 94 staten de Conventie betreffende Clustermunitie, later gevolgd door anderen. De grootste gebruikers, zoals de Verenigde Staten, Rusland en China blijven het wapen echter in hun inventaris houden. Een

ces bombettes n'explosent pas toutes et peuvent encore constituer une menace sérieuse pour la population civile des années après le conflit. C'est pourquoi, à partir de 2003, une forte pression internationale s'est exercée pour interdire ces armes. La Belgique prend l'initiative dans ce domaine et en février 2007 déclare les armes à sous-munitions illégales. En 2008, 94 États signent la Convention sur les armes à



Hunting Engineering
BL755
Cluster bomb.

De evolutie van de vliegtuigbewapening

typisch voorbeeld van een clusterbom is de BL755 van Hunting Ltd. Deze is voorzien van 147 submunities die zowel van het type anti-tank als anti-personeel kunnen zijn.

Napalmbommen, zoals de CBU-1 C/B werden frequent ingezet tot en met de oorlog in Vietnam, maar verloren daarna aan belang. In de Verenigde Staten verdwenen de napalmbommen in 1995 uit het wapenarsenaal.

Vermelden we ook nog de Durandal van het Franse Matra, een bom speciaal gericht tegen vliegveldpistes. De bom wordt afgeworpen op lage hoogte, dan eerst vertraagd door een remparachute om het vliegtuig niet in gevaar te brengen, en daarna terug versneld door een boosterraket. Bij impact boort ze zich doorheen de bekleding van de landingsbaan, waarna ze tot ontploffing komt en aldus een krater vormt.

2.3.2. Geleide bommen

Tijdens de eerste jaren van de oorlog in Vietnam ervaren de Amerikanen dat puntdoelen zoals bruggen zeer moeilijk uit te schakelen zijn, zelfs als ze aangevallen worden met tientallen vliegtuigen in één raid. Dit verandert op 27 april 1972 als acht F-4 Phantoms met lasergestuurde bommen de Thanh Hoa brug² vernielen, voordien was ze, zonder ernstige schade, het doel geweest van 871 sorties met klassieke bommen. De komst van de lasergestuurde bom is een keerpunt in de lucht-grond tactiek. Daar dit wapen een CEP (*Circular Error Probable*) van enkele meter mogelijk maakt, verdwijnt de noodzaak om puntdoelen met een groot aantal vliegtuigen aan te vallen.

Een eerste type geleide bom is de lasergestuurde bom. Deze bestaat uit een klassiek bomlichaam, waarop een zoekkop gemonteerd is die zich richt op een laserstraal

sous-munitions, suivis plus tard par d'autres. Toutefois, les plus grands utilisateurs, tels que les États-Unis, la Russie et la Chine, conservent toujours ce type d'armes dans leurs inventaires. Un exemple typique de bombe à sous-munitions est la BL755 de Hunting Ltd. Elle contient 147 bombettes qui peuvent être soit anti-char, soit anti-personnel.

Les bombes au napalm, telles que la CBU-1 C/B, sont fréquemment utilisées jusqu'à la guerre du Vietnam, mais perdent ensuite de leur importance. Aux États-Unis, les bombes au napalm disparaissent de l'arsenal en 1995.

Il faut également mentionner la Durandal de la société française Matra, une bombe spécialement conçue pour être utilisée contre les pistes d'aérodromes. La bombe est larguée à basse altitude, d'abord ralentie par un parachute de freinage afin de ne pas mettre l'avion en danger, puis accélérée à nouveau par une fusée d'appoint. À l'impact, elle perce le revêtement de la piste et explose, formant ainsi un cratère.

2.3.2. Les bombes guidées

Au cours des premières années de la guerre du Vietnam, les Américains constatent que les cibles ponctuelles, comme les ponts, sont très difficiles à neutraliser, même lorsqu'elles sont attaquées par des dizaines d'avions en un seul raid. Cela change le 27 avril 1972 lorsque huit F-4 Phantom équipés de bombes à guidage laser détruisent le pont Thanh Hoa², qui avait auparavant été la cible de 871 sorties avec des bombes conventionnelles sans dommages sérieux. L'arrivée de la bombe à guidage laser marque un tournant dans les tactiques air-sol. Comme cette arme permet un CEP (*Circular Error Probable*) de quelques mètres, la nécessité d'attaquer des cibles ponctuelles avec un grand nombre d'avions disparaît.

Dumb bombs such as the Mk 82 can be converted to smart weapons with the Paveway kit. The kit is composed of a nose-mounted laser seeker and fins for the guidance of the bomb.



die het doel belicht en via stuurvinnen de bom ernaartoe leidt. Aanvankelijk gebeurde de laserbelichting door een waarnemer op de grond (FAC: *Forward Air Controller*) of vanuit

Un premier type de bombe guidée est la bombe guidée par laser. Il s'agit d'un corps de bombe conventionnel, sur lequel est montée une tête chercheuse qui se focalise sur un faisceau

2. 70 mijl ten zuiden van Hanoi.

2. 70 miles au sud de Hanoi.

een tweede vliegtuig. Actueel is het aanvallend vliegtuig zelf uitgerust met een laser designator. De **Paveway** serie is de voornaamste vertegenwoordiger van dit wapen.

Sinds 1997 is ook de **JDAM, Joint Direct Attack Munition** in gebruik. Dit is een klassieke bom uitgerust met een geleidingskit die bestaat uit een geïntegreerd inertiael geleidingssysteem, gekoppeld aan een GPS-ontvanger die de stuurvinnen bevelen³. De coördinaten van het doel kunnen voor de vlucht ingesteld worden, of tijdens de vlucht manueel door de piloot of automatisch via een datalink met de doelaanwijzingsapparatuur⁴ van het vliegtuig. Dit maakt dat de bom kan afgeworpen worden van op 28 km van het doel, van op een hoogte van 6.000 m met een nauwkeurigheid (CEP) van 5 m met en 30 m zonder GPS.

Een jaar later nemen de USAF en de US Navy ook de **AGM-154 Joint Standoff Weapon (JSOW)** in gebruik. Dit is een glijbom met GPS/INS navigatie en een bereik van 22 km indien gedropt op lage hoogte en tot 130 km bij afgooien op grote hoogte. De oorspronkelijke versie bevatte 145 BLU-97/B submunities, onlangs werd een versie ontwikkeld gebaseerd op de Mk 82 GP bom voor export naar landen die de Oslo Conventie betreffende clustermunities geratificeerd hebben.

Precisiebommen laten ook toe doelwitten uit te schakelen met minder springstof en aldus de collaterale schade te beperken. Dit en het feit dat hoe lichter de bom, hoe meer een vliegtuig er kan meenemen, was in 2002 de aanleiding tot de ontwikkeling van de **GBU-39 Small Diameter Bomb**. Dit is een precisie 250 lbs glijbom met een geleiding gebaseerd op een inertiael navigatiesysteem bijgestaan door GPS, wat de bom een bereik van 110 km en een CEP van 5 m geeft.

2.4. Air-to-Ground Missiles

De term *Air-to-Ground Missile* (AGM) omvat een breed gamma van geleide wapens tegen gronddoelen of schepen. De voortstuwing gebeurt ofwel door een raketmotor of een straalmotor. De geleiding kan gebeuren via radar, laser, optisch of GPS of een combinatie hiervan. Hierna volgen een paar voorbeelden van de ruim honderd verschillende types die wereldwijd in dienst zijn.

De **AGM-65 Maverick** is in gebruik sinds 1972. Met een bereik van 22 km is het een missile voor nabije vuursteun. De geleiding kan volgens de versie elektro-optisch zijn of gebeuren via infrarood detectie of laser doelaanduiding. De Maverick heeft ofwel een explosieve lading van 57 kg met contact ontsteker, of een lading van 136 kg met vertraagde ontsteking die eerst in het doel doordringt en dan ontploft.

laser qui illumine la cible et guide ainsi la bombe vers elle au moyen d'ailettes de contrôle. Initialement, l'éclairage laser est assuré par un observateur au sol (FAC : *Forward Air Controller*) ou par un deuxième avion. Aujourd'hui, l'avion attaquant est lui-même équipé d'un pointeur laser. La série des **Paveway** est la principale représentante de cette arme.

Depuis 1997, la **JDAM (Joint Direct Attack Munition)** est également utilisée. Il s'agit d'une bombe classique équipée d'un kit de guidage composé d'un système de guidage inertiael intégré, relié à un récepteur GPS qui commande les ailettes de contrôle³. Les coordonnées de la cible peuvent être introduites avant ou pendant le vol, manuellement par le pilote ou automatiquement par datalink avec l'équipement de visée de l'avion⁴. Cela permet de larguer la bombe à 28 km de la cible, à une altitude de 6.000 m avec une précision (CEP) de 5 m avec GPS ou 30 m sans.

Un an plus tard, l'USAF et l'US Navy mettent également en service l'**AGM-154 Joint Standoff Weapon (JSOW)**. Il s'agit d'une bombe planante avec navigation GPS/INS ayant une portée de 22 km lorsqu'elle est larguée à basse altitude et jusqu'à 130 km lorsqu'elle est larguée à haute altitude. La version originale contient 145 sous-munitions BLU-97/B. Récemment, une version basée sur la bombe GP Mk 82 a été développée pour être exportée vers les pays qui ont ratifié la Convention d'Oslo sur les armes à sous-munitions.

Les bombes de précision permettent également d'éliminer les cibles en utilisant moins d'explosifs et de réduire ainsi les dommages collatéraux. Cette constatation et le fait que plus la bombe est légère, plus un avion peut en emporter, conduisent au développement de la **GBU-39 Small Diameter Bomb** en 2002. Il s'agit d'une bombe planante de précision, d'une masse de 250 livres, dont le guidage est basé sur un système de navigation inertiaelle assisté par GPS, ce qui lui donne une portée de 110 km et un CEP de 5 mètres.

2.4. Les missiles air-sol

Le terme « missile air-sol » (AGM) couvre une large gamme d'armes guidées contre des cibles terrestres ou des navires. La propulsion se fait soit par un moteur-fusée, soit par un moteur à réaction. Le guidage peut se faire par radar, laser, optique ou GPS, ou par une combinaison de ces moyens. Vous trouverez ci-dessous quelques exemples de la centaine de types différents qui sont en service dans le monde.

L'**AGM-65 Maverick** est en service depuis 1972. Avec une portée de 22 km, c'est un missile d'appui-feu rapproché. Selon la version, le guidage peut être électro-optique, par détection infrarouge ou par ciblage laser. Le Maverick est

3. Men spreekt in dit geval van GPS/INS (*Global Positioning System / Inertial Navigation System*) navigatie.

4. Bvb de Litening II of de Sniper targeting pod.

3. Dans ce cas on parle d'une navigation GPS/INS (*Global Positioning System / Inertial Navigation System*).

4. Par exemple les nacelles de ciblage Litening II ou Sniper.



F-4G Wild Weasel equipped with both
AGM-65 Maverick and AGM-88 HARM missiles.

De **AGM-88 HARM** (*High-speed Anti-Radiation Missile*) is in dienst meerdere luchtmachten sinds 1985. Deze missile detecteert en richt zich op de radarsignalen van de vijandelijke luchtafweer. De AGM-88 heeft een bereik van 150 km.

De eerste **AGM-114 Hellfire** dateert van 1984, sedertdien zijn er verschillende versies van ontwikkeld. Het betreft een lichte lasergeleide missile (45 à 50 kg) met korte dracht (8 km) en een kleine explosieve lading (8 kg). Het wapen wordt gebruikt voor precisie aanvallen tegen “high value” doelen. Het werd onder meer gebruikt bij het uitschakelen van terroristenleiders via drones.

De **AGM-158 JASSM** (*Joint Air-to-Surface Standoff Missile*) is een door een vliegtuig gelanceerde kruisraket met een 1000 lbs explosieve lading, die sinds 2009 in gebruik

doté d'une charge explosive de 57 kg avec fusée de contact ou d'une charge de 136 kg avec fusée à retardement qui pénètre d'abord la cible puis explose.

Le **AGM-88 HARM** (*High-speed Anti-Radiation Missile*) est en service dans plusieurs forces aériennes depuis 1985. Ce missile détecte et cible les signaux radar des défenses aériennes ennemies. L'AGM-88 a une portée de 150 km.

Le premier **AGM-114 Hellfire** date de 1984 ; depuis lors, plusieurs versions ont été développées. Il s'agit d'un missile léger (45 à 50 kg), guidé par laser, à courte portée (8 km) et doté d'une petite charge explosive (8 kg). Cette arme est utilisée pour des attaques de précision contre des cibles de «grande valeur». Il a été utilisé pour éliminer des chefs terroristes au moyen de drones.

L'**AGM-158 JASSM** (*Joint Air-to-Surface Standoff Missile*) est un missile de croisière lancé à partir d'un avion, avec une charge explosive de 1.000 livres, en service depuis 2009. Le guidage se fait par navigation GPS/INS et reconnaissance de



UAV MQ-9 Reaper launching the AGM-114 Hellfire.



German Eurofighter equipped with Taurus KEPD 350.



Argentinian Super Étendard equipped with French Exocet.

is. De geleiding gebeurt via GPS/INS-navigatie en de doelherkenning en eindsturing via een infrarood zoeker. Een Teledyne J402-CA-100 turbojet met een stuwkracht van 3 kN geeft de missile een bereik van 925 km⁵.

Een gelijkaardige kruisraket is de Zweeds-Duitse **Taurus KEPD 350** met een vliegbereik van 500 km en gebruikt door de Duitse, Spaanse en Zuid-Koreaanse luchtmachten.

De **Harpoon** is een radargeleide missile tegen schepen. Ze kan zowel door schepen (**RGM-84**) als door vliegtuigen (**AGM-84**) gelanceerd worden en vliegt tegen 865 km/h laag over zee naar haar doel. Deze missile is in gebruik sinds 1977. De lucht-oppervlakte versie, AGM-84 heeft een bereik van 220 km.

Uit dezelfde periode dateert de Franse **Exocet**, eveneens een anti-schip missile die zowel vanaf schepen als vanaf vliegtuigen of helikopters kan gelanceerd worden. De operationele dracht is 70 tot 200 km. De Exocet kreeg vooral bekendheid doordat de Argentijnse luchtmacht dit wapen in 1982 inzette tegen de Britse vloot tijdens de Falkland oorlog. Dit leidde o.a. tot het verlies van de destroyer HMS Sheffield en het logistiek steunschip Atlantic Conveyor.

De Noren ontwikkelden in de jaren 1970 de **Penguin** infrarood geleide anti-schip missile met middelgrote dracht (50 km). De Penguin is ook aanwezig in het Amerikaanse wapenarsenaal als de **AGM-119**.

3. Operationele aspecten (WDB)

3.1. De jaren '60-70'

De beschikbare bewapening in de jaren 60' en 70' waren "*dumb weapons*" die niet geleid werden na het afvuren. Dit had een negatieve impact op de precisie en om die te verbeteren moest de aanvaller zo dicht mogelijk het doel benaderen. Zoals gezegd in de inleiding, opteerden de West-Europese NAVO landen dus voor penetratie en aanvallen op lage hoogte. Daarbij kwam nog dat Duitsland, het land dat de oorlog had verloren, een ideaal oefenterrein was. Niemand zag er graten in om zo laag mogelijk te vliegen, op enkele meters boven de daken, dit tot consternatie van de Duitse burgers. Maar de piloten hadden fun, het geeft een kick om aan 450 knopen op lage hoogte boven het terrein te razen; de droom van elke jachtpiloot. Tactieken op lage hoogte werden dus ten volle ondersteund door de pilotengemeenschap.

In een steriel conflict zonder enige rechtstreekse confrontaties, zoals tijdens de Koude Oorlog, kan men onmogelijk

cible et le guidage final par un autodirecteur infrarouge. Un turboréacteur Teledyne J402-CA-100 d'une poussée de 3 kN donne au missile une portée de 925 km⁵.

Un missile de croisière similaire est le **Taurus KEPD 350** germano-suédois avec une portée de 500 km et utilisé par les forces aériennes allemandes, espagnoles et sud-coréennes.

Le **Harpoon** est un missile à guidage radar contre les navires. Il peut être lancé par des navires (**RGM-84**) ou par des avions (**AGM-84**) et vole à 865 km/h au ras de la mer jusqu'à sa cible. Ce missile est utilisé depuis 1977. La version air-sol, AGM-84, a une portée de 220 km.

L'**Exocet** français date de la même époque. C'est également un missile antinavire qui peut être lancé depuis des navires, des avions ou des hélicoptères. La portée opérationnelle est de 70 à 200 km. L'Exocet est devenu célèbre parce que l'armée de l'air argentine a utilisé cette arme en 1982 contre la flotte britannique pendant la guerre des Malouines. Cela a conduit à la perte du destroyer HMS Sheffield et du navire ravitailleur Atlantic Conveyor.

Dans les années 1970, les Norvégiens développent le missile antinavire à guidage infrarouge **Pingouin**, de portée moyenne (50 km). Le Pingouin est également présent dans l'arsenal américain sous la forme de l'**AGM-119**.

3. Aspects opérationnels (WDB)

3.1. Les années 1960-70

Les armements disponibles dans les années 60 et 70 sont des "*dumb weapons*" qui ne sont pas guidées après le tir. Ce qui a un impact négatif sur la précision et pour y remédier, l'attaquant doit se rapprocher le plus possible de la cible. Ainsi, comme mentionné dans l'introduction, les pays de l'OTAN d'Europe occidentale optent pour des pénétrations et des attaques à basse altitude. En outre, l'Allemagne, pays qui a perdu la guerre, est un terrain d'entraînement idéal. Personne ne s'inquiète de voler aussi bas que possible, à quelques mètres au-dessus des toits, à la grande consternation des citoyens allemands. Mais les pilotes s'amusent : cela donne des frissons de raser le sol à 450 nœuds, rêve de tout pilote de chasse. Les tactiques à basse altitude sont donc alors pleinement soutenues par la communauté des pilotes.

Dans un conflit stérile sans confrontations directes, comme pendant la guerre froide, il est impossible de juger de l'efficacité des tactiques choisies. Au niveau mondial cependant, d'autres conflits ont permis de tirer certaines

5. In het geval van de AGM-158B JASSM-ER (extended range) die sedert 2014 operationeel is.

5. Dans le cas de l'AGM-158B JASSM-ER (extended range) opérationnel depuis 2014.

de doeltreffendheid van gekozen tactieken beoordelen. Wereldwijd waren er echter andere conflicten waaruit bepaalde lessen konden getrokken worden, met name Korea (1950-53), Vietnam (1955-75) en de oorlogen in het Midden-Oosten (1967, 1973). Maar het is vooral uit de Vietnamoorlog dat in het domein van lucht-grond bewapening de Amerikanen bittere lessen zullen trekken. Ze verloren er niet minder dan 2.200 gevechtsvliegtuigen en meer dan 5.000 helikopters, vooral te wijten aan luchtafweergeschut (*Triple A - Anti Aircraft Artillery*).

3.2. Low level tactics?

Waren onze penetratie- en aanvalstactieken op lage hoogte wel de goede benadering? Op een bepaalde dag kregen we een Tactische Evaluatie en één van de evaluatoren was een Amerikaan die pas terug was uit Vietnam. We hadden grondig getraind op een aanval waarbij de vier vliegtuigen na een penetratie op lage hoogte opsplitten en uit verschillende richtingen de basis aanvielen met (gesimuleerde) afgeremde bommen. Alles verliep goed gesynchroniseerd en we waren fier op hetgeen we getoond hadden. Tot onze Amerikaan na de debriefing een korte commentaar gaf. «*Gentlemen, don't forget the AAA; if you attack an enemy airfield like this, I can guarantee you; you're all death*».

Dit was toch even doorslikken...

Enige tijd later, in het midden van de jaren '70, werden we gebriefd door een *Electronic Warfare (EW) Officer* in het pas opgerichte AAFCE Ramstein. Hij liet ons weten dat het Warschau Pact nu over Doppler radars beschikten die alle laagvliegende vliegtuigen zonder enig probleem konden detecteren en onderscheppen. Inderdaad, hun *Surface to Air Missiles - SAM's* waren nu ook doeltreffend op lage hoogte. Daarbij kwam nog dat onze tegenstanders over een onnoemlijk aantal mobiele AAA beschikten die rond alle belangrijke doelwitten waren opgesteld. Penetreren onder de radar enveloppe werd dus onmogelijk en de aanbeveling van de Amerikaanse EW officier was om te opereren op middelgrote hoogte, boven de doeltreffendheidsenveloppe van het afweergeschut en met voldoende EW-middelen om de radars en aanverwante luchtdoelraketten te storen.

Maar die middelen hadden we niet en er was ook nog de onvoorspelbare weersfactor in West-Europa. Daarbij kwam nog het gebrek aan precisie bij aanvallen vanop middelgrote hoogte. Dit was pijnlijk aan het licht gekomen in Vietnam waar de Amerikanen jarenlang geprobeerd hebben de sterk verdedigde Thanh Hoa brug ten Zuiden van Hanoi te vernietigen. Wegens de AAA waren ze verplicht hun wapens in duikvlucht vanaf vrij grote hoogte af te gooien wat een dramatische weerslag had op de precisie. Na niet minder dan 110 raids met telkens een achttal vliegtuigen en 871 sorties werd in juli 1972 de brug uiteindelijk vernietigd met lasergestuurde wapens. Het werd dus zeer duidelijk dat de

leçons, notamment la Corée (1950-53), le Vietnam (1955-75) et les guerres au Moyen-Orient (1967, 1973). Mais c'est surtout de la guerre du Vietnam que, dans le domaine de l'armement air-sol, les Américains tireront d'amères leçons. Ils y perdent pas moins de 2.200 avions de combat et plus de 5.000 hélicoptères, principalement à cause de l'artillerie anti-aérienne (*Triple A - Anti Aircraft Artillery*).

3.2. Des tactiques à basse altitude ?

Nos tactiques de pénétration et d'attaque à basse altitude sont-elles la bonne approche ? Un jour, nous avons une évaluation tactique et l'un des évaluateurs est un Américain qui vient de rentrer du Vietnam. Nous nous étions entraînés à fond pour une attaque où les quatre avions se séparaient après une pénétration à basse altitude et attaquaient la base depuis différentes directions avec des bombes freinées (simulées). Tout était bien synchronisé et nous étions fiers de ce que nous avions montré. Jusqu'à ce que notre Américain commente brièvement après le débriefing. «*Messieurs, n'oubliez pas l'AAA ; si vous attaquez un aérodrome ennemi comme cela, je peux vous le garantir : vous êtes tous morts*».

Cela porte à réfléchir...

Quelque temps plus tard, au milieu des années 1970, nous sommes briefés par un EWO (*Electronic Warfare Officer*) de l'AAFCE Ramstein, nouvellement établie. Il nous informe que le Pacte de Varsovie dispose désormais de radars Doppler qui peuvent détecter et intercepter sans problème tous les avions volant à basse altitude. En effet, leurs *Surface to Air Missiles (SAM)* sont désormais également efficaces à basse altitude. A cela s'ajoute le fait que nos adversaires disposent d'un nombre incalculable de DCA mobiles déployées autour de toutes les cibles majeures. Pénétrer sous l'enveloppe radar devient donc impossible et la recommandation de l'officier américain est d'opérer à moyenne altitude, au-dessus de l'enveloppe d'efficacité des canons anti-aériens et avec suffisamment de moyens EW pour brouiller les radars et les missiles anti-aériens correspondants.

Mais nous n'avons pas ces ressources et il y a aussi ce facteur météo imprévisible en Europe occidentale. À cela s'ajoute le manque de précision des attaques à partir de moyennes altitudes. Cette situation est douloureusement révélée au Vietnam, où les Américains passent des années à essayer de détruire le pont Thanh Hoa, fortement défendu, au sud de Hanoi. À cause de l'AAA, ils sont obligés de larguer leurs armes en piqué depuis une altitude assez élevée, ce qui a un impact catastrophique sur la précision. Après pas moins de 110 raids d'environ huit avions chacun et 871 sorties, le pont est finalement détruit avec des armes à guidage laser en juillet 1972. Il est donc devenu très clair que l'époque des *dumb weapons* était révolue. Alors qu'après 110 raids sans succès et 11 chasseurs abattus, un seul raid avec des armes intelligentes avait suffi pour détruire le pont.

tijd van de *dumb weapons* voorbij was. Waar men na 110 raids en 11 neergehaalde jachtvliegtuigen niet in geslaagd was om het doel te vernietigen was één raid met smart weapons voldoende om de brug te vernietigen.

Tijdens mijn verblijf in AAFCE Ramstein (1975-76) maakte ik kennis met een Amerikaanse majoor die 100 vluchten boven Noord-Vietnam had uitgevoerd, inclusief aanvallen op Thanh Hoa brug. Hij noemde dit een voorbeeld van slechte planning. Eens dat het commando beslist had de brug op de lijst van prioritaire doelen te zetten en de eerste raids weinig succesvol waren, werd beslist om op elke dag op hetzelfde tijdstip de brug aan te vallen met een formatie van acht vliegtuigen. Het duurde niet lang of de Noord-Vietnamezen hadden dit begrepen. Ze versterkten de luchtdoelartillerie rond de brug en die waren paraat wanneer de verwachte luchtaanval op het voorziene uur doorging.

3.3. De overgang naar Smart Weapons

De introductie van smart weapons was inderdaad een revolutie in de lucht-grond oorlog. Er waren echter een aantal knelpunten.

- Het duurde meerdere jaren vooraleer de productie van deze bewapening op gang kwam. Zelfs voor de NAVO-partners kwamen ze slechts beschikbaar in de jaren '90 en voor heel wat landen (zoals België) waren ze toen onbetaalbaar.
- De vliegtuigen moesten uitgerust worden met ECM (*Electronic Counter Measures*) vooral omdat de penetratie en aanvallen moesten uitgevoerd worden binnen de doeltreffendheidsenveloppe van SAM's.
- Alle vliegtuigen moesten gemodificeerd worden om een "interface" met de wapens mogelijk te maken. Meer bepaald, om de piloot toe te laten om de nodige gegevens aan het smart weapon door te geven.
- Er moesten "targeting pods" zoals de Sniper aangekocht worden om toe te laten het doel te visualiseren vanaf middelgrote hoogte en met laser te belichten.

Dit alles vroeg een belangrijke financiële inspanning, hetgeen de landen verplichtten om de overgang naar "smart weapons" over meerdere jaren te spreiden.

De transitie gebeurde dus geleidelijk maar wijzigde fundamenteel de lucht-grond operaties. Tijdens de meer recente conflicten werd vanuit Westerse hoek enkel slimme wapens gebruikt die bovendien, dankzij hun precisie, zeer weinig collaterale schade toebrengen.

Pendant mon séjour à l'AAFCE Ramstein (1975-76), j'ai rencontré un major américain qui avait effectué 100 sorties au-dessus du Nord-Vietnam, y compris des attaques sur le pont de Thanh Hoa. Il a qualifié cette situation d'exemple de mauvaise planification. Une fois que le commandement a décidé de mettre le pont sur la liste des cibles prioritaires et que les premiers raids ont échoué, il a été décidé d'attaquer le pont à la même heure chaque jour avec une formation de huit avions. Très vite, les Nord-Vietnamiens l'ont compris. Ils ont renforcé l'artillerie anti-aérienne autour du pont et celle-ci était prête à intervenir lorsque le raid aérien attendu avait lieu à l'heure prévue.

3.3. Le passage aux armes intelligentes

L'introduction des armes intelligentes a en effet constitué une révolution dans la guerre air-sol. Cependant, il y avait un certain nombre d'obstacles :

- Il a fallu plusieurs années pour que la production de ces armements décolle. Même pour les partenaires de l'OTAN, ils ne sont devenus disponibles que dans les années 1990, et pour beaucoup de pays (comme la Belgique), ils étaient financièrement inabordables à l'époque.
- Les avions devaient être équipés d'ECM (*Electronic Counter Measures*), principalement parce que la pénétration et les attaques devaient être effectuées dans l'enveloppe d'efficacité des SAM.
- Tous les avions ont dû être modifiés pour permettre une «interface» avec les armes. Plus précisément, pour permettre au pilote de transmettre les données nécessaires à l'arme intelligente.
- Des « targeting pods » tels que le Sniper ont dû être achetés pour permettre la visualisation de la cible à moyenne altitude et de l'illuminer au laser.

Tout cela a nécessité un effort financier important, qui a obligé les pays à étaler sur plusieurs années la transition vers les armes intelligentes.

La transition a donc été graduelle mais a fondamentalement changé les opérations air-sol. Du côté occidental, lors des conflits plus récents, seules des armes intelligentes ont été utilisées qui, grâce à leur précision, infligent très peu de dommages collatéraux.

Les techniques de pénétration et d'attaque varient en fonction de l'efficacité du système de défense aérienne de l'ennemi, mais cela nous mènerait trop loin de nous étendre sur ce sujet.

Penetratie-en aanvalstechnieken zullen variëren naargelang de doeltreffendheid van het vijandelijk luchtverdedigingssysteem, maar het zou ons te ver leiden om hierover uit te wijden.

3.4. Air-to-Ground Missiles

Naast de smart weapons die gericht zijn tegen een variëteit van gronddoelen, maar geen autonoom voortstuwingsmechanisme hebben, zagen we ook de ontwikkeling van missiles met een eigen voortstuwingsstelsel die ontworpen zijn om specifieke doelen te vernielen.

Eén van de eerste offensieve missiles op de markt in het midden van de jaren 70, was de Maverick. Deze had een *stand-off* capaciteit van 22 km was vooral ontworpen om tanks uit te schakelen. Initieel was het geleidingssysteem elektro-optisch maar dit bleek weinig doeltreffend in condities met beperkte zichtbaarheid. Later werd overgeschakeld naar laser en infrarood zoekkoppen.

Maar ondertussen is er een sensationele evolutie geweest in het domein van anti-tank wapens die afgevuurd worden vanaf de grond. De vraag die we vandaag moeten stellen is of het cost-effective is om gesofistikeerde vliegtuigen in te zetten tegen tanks die ook met draagbare anti-tank wapens kunnen uitgeschakeld worden.

We zien ook een categorie van *anti-radiation missiles* die zich richten naar de uitstraling van radars van bepaalde luchtverdedigingssystemen. Deze wapens zijn niet algemeen verspreid en worden toegewezen aan gespecialiseerde squadrons die als opdracht hebben de vijandelijke luchtverdediging te ontwrichten bij de aanvang van een conflict. Dergelijke opdracht vraagt een speciale uitrusting en specifieke pilotentraining.

Vervolgens zien we de ontwikkeling van *anti-ship missiles* die vooral nuttig is voor landen die bedreiging verwachten vanuit de zee. Zo heeft Noorwegen haar eigen infrarood geleide Pinguin missile voor F-16 ontwikkeld die kan afgevuurd worden op lage hoogte op een afstand van ongeveer 35 km. Zodoende kan het aanvallend vliegtuig buiten de AAA-enveloppe blijven van het doel.

Maar de missile die het meest in de actualiteit kwam was de Franse Exocet. We herinneren ons allen de Falklands oorlog tussen Argentinië en Groot-Brittannië waar Argentinië erin slaagde de HMS Sheffield en het transportschip Atlantic Conveyor tot zinken te brengen. Dit gebeurde met Exocets, die op een afstand van ongeveer 30 Km afgevuurd werden door Super Étendards. We hopen om binnenkort een volledig artikel te wijden over deze bizarre oorlog waarin de luchtoperaties een belangrijke rol hebben gespeeld.

3.4. Missiles air-sol

Outre les armes intelligentes qui visent une variété de cibles terrestres mais ne disposent pas d'un mécanisme de propulsion autonome, nous avons également assisté au développement de missiles dotés de leur propre système de propulsion et conçus pour détruire des cibles spécifiques.

L'un des premiers missiles offensifs sur le marché au milieu des années 1970 est le Maverick. Il a une capacité *stand-off* de 22 km et est principalement conçu pour détruire les chars. Au départ, le système de guidage est électro-optique, mais il s'avère inefficace dans des conditions de visibilité limitée. On passe ensuite aux têtes chercheuses laser et infrarouge.

Mais entre-temps, il se passe une évolution sensationnelle dans le domaine des armes antichars tirées depuis le sol. La question se pose aujourd'hui de savoir s'il est rentable d'envoyer des avions sophistiqués contre des chars qui peuvent également être neutralisés par des armes antichars portables.

Apparaît également une catégorie d'*anti-radiation missiles* (ARM) qui ciblent les émissions des radars de certains systèmes de défense aérienne. Ces armes ne sont pas largement distribuées et sont affectées à des escadrilles spécialisées dont la mission est de perturber les défenses aériennes ennemies au début d'un conflit. Cette mission nécessite un équipement spécial et une formation spécifique des pilotes.

Ensuite, nous voyons le développement de missiles antinavires, ce qui est particulièrement utile pour les pays qui s'attendent à une menace venant de la mer. Par exemple, la Norvège a développé pour les F-16, son propre missile Pinguin à guidage infrarouge qui peut être tiré à basse altitude à une distance d'environ 35 km. Cela permet à l'avion attaquant de rester en dehors de l'enveloppe AAA de la cible.

Mais le missile qui a le plus fait parler de lui est l'Exocet français. Nous nous souvenons tous de la guerre des Malouines entre l'Argentine et la Grande-Bretagne, au cours de laquelle l'Argentine a réussi à couler le destroyer HMS Sheffield et le navire de transport Atlantic Conveyor. Cela a été fait avec des Exocet, tirés à 30 km de distance par des Super Étendard. Nous espérons consacrer bientôt un article complet à cette guerre bizarre dans laquelle les opérations aériennes ont joué un rôle important.

3.5. Drones et UAVs

Depuis plusieurs années, les drones sont utilisés non seulement pour des vols de reconnaissance mais aussi comme plateformes pour des armes offensives. Aujourd'hui, on les appelle des UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*) et leur utilisation pour les attaques au sol évolue.

3.5. Drones & UAV's

Sinds meerdere jaren worden drones niet enkel gebruikt voor verkenningsvluchten, maar ook als platform voor offensieve wapens. Vandaag noemt men die UAV's (*Unmanned Aerial Vehicles*) en hun gebruik voor grondaanvallen is in volle ontwikkeling.

Recente conflicten hebben aangetoond dat UAV's wel degelijk doeltreffend zijn; ze worden ingezet in omstandigheden waarbij het te delicaat is om vliegtuigen te sturen om specifieke doelen aan te vallen.

Bepaalde drones (UAV's) worden voorafgaandelijk geprogrammeerd een doel te vernietigen en laten geen menselijke interventie meer toe na de lancering. Men noemt dit "*killer robots*" en sommige landen, zoals België, hebben reeds morele bezwaren geuit tegenover het inzetten van dergelijke tuigen. Het valt echter te betwijfelen of dergelijke bezwaren het gebruik van deze "*killer robots*" zal afremmen.

Anderzijds, en dankzij verbeterde sensoren en transmissiemiddelen, kan men nu UAV's vanop grote afstand besturen. Menselijke interventie door een *remote pilot* is dus mogelijk, zelfs noodzakelijk na de lancering. De *remote pilot* kan beslissen over het gebruik van het wapenplatform maar dergelijke beslissing kan niet genomen worden op basis van zijn/haar persoonlijke waarnemingen. Die beslissing ligt vooral in handen van een controlecentrum dat beschikt over de nodige gegevens van diverse bronnen en sensoren en kan oordelen over het doelmatig gebruik van de bewapening.

3.5.1 Positieve aspecten

Drones/UAV's hebben het voordeel dat ze goedkoper zijn dan gevechtstvliegtuigen en dat ze kunnen ingezet worden zonder risico voor de piloot. Kleinere drones zijn moeilijk detecteerbaar en dus ook moeilijker om neer te halen. Van op afstand bestuurd is hun inzet dus goedkoop en risicoloos.

Een bijkomende kwaliteit van bepaalde drones/UAV's is dat ze urenlang in de lucht kunnen blijven zonder refueling. Zodoende kunnen ze in een soort wachtcircuit gehouden worden en ingezet worden afhankelijk van de evolutie van de toestand op de grond.

Aangezien de kleinere drones (UAV's) relatief goedkoop zijn kunnen ze in massa ingezet worden om een bepaald doel aan te vallen. Een grond-lucht verdedigingssysteem is nooit waterdicht en een aantal tuigen zullen zeker hun doel bereiken.

3.5.2 Negatieve aspecten

Bestuurbare UAV's vragen een satellietnetwerk van sensoren en communicaties. Daarbij moeten controlecentra opgericht worden, het vraagt dus belangrijke investeringen

Les conflits récents ont montré que les UAV sont réellement efficaces ; ils sont déployés dans des circonstances où il est trop délicat d'envoyer des avions pour attaquer des cibles spécifiques.

Certains drones (UAV) sont préprogrammés pour détruire une cible et ne permettent aucune intervention humaine après le lancement. On les appelle des « *killer robots* » et certains pays, comme la Belgique, ont déjà exprimé des objections morales au déploiement de tels engins. Toutefois, il est peu probable que de telles considérations dissuadent l'utilisation de ces « *killer robots* ».

D'autre part, et grâce à l'amélioration des capteurs et des moyens de transmission, les drones peuvent désormais être contrôlés à de plus grandes distances. L'intervention humaine par un *remote pilot* est donc possible, voire nécessaire, après le lancement. Le *remote pilot* peut décider de l'utilisation de la plate-forme d'armement mais cette décision ne peut pas être prise sur base de ses observations personnelles. Cette décision revient au centre de contrôle qui dispose des données nécessaires provenant de diverses sources et capteurs et qui peut juger de l'utilisation efficace de l'armement.

3.5.1. Aspects positifs

Les drones/UAV ont l'avantage de coûter moins chers que les avions de combat et peuvent être déployés sans risque pour le pilote. Les drones plus petits sont difficiles à détecter et donc à abattre. Pilotés à distance, leur déploiement est donc peu coûteux et sans risque.

Une qualité supplémentaire de certains drones/UAV est qu'ils peuvent rester en l'air pendant des heures sans être ravitaillés. Ainsi, ils peuvent être maintenus dans une sorte de circuit d'attente et mis en oeuvre en fonction de l'évolution de la situation sur le terrain.

Comme les petits drones (UAV) sont relativement bon marché, ils peuvent également être déployés en masse pour attaquer une cible particulière. Un système de défense sol-air n'est jamais infaillible et un certain nombre d'appareils atteindront certainement leur cible.

3.5.1. Aspects négatifs

Les drones contrôlables requièrent un réseau satellitaire de capteurs et de communications. Cela nécessite la mise en place de centres de contrôle, d'où l'importance des investissements nécessaires à la mise en place de telles capacités.

Un deuxième problème est que la « charge utile » (*payload*)⁶ d'un UAV est logiquement limitée. Une augmentation de la puissance de frappe des armements n'est possible que si

6. La charge utile d'un avion/missile. Dans le cas d'un drone, il s'agit de l'armement offensif.

om dergelijke capaciteit op te bouwen.

Een tweede punt is dat de “payload⁶” van een UAV logischerwijze beperkt is. Een verhoging van de slagkracht van de bewapening is enkel mogelijk indien men de toestellen groter maakt en uitrust met krachtigere motoren. Het hoger verbruik heeft als gevolg dat ze moeten inboeten aan actieradius en, wegens hun omvang, beter detecteerbaar en dus meer kwetsbaar worden.

3.5.3. Samenvatting

Drones (UAV's) zijn niet meer weg te denken uit een moderne luchtoorlog. Ze vormen een belangrijk element, niet enkel in het verzamelen van informatie, maar ook in het aanvallen van specifieke doelen die kunnen vernietigd worden met minder krachtige wapens.

4. Algemene besluiten

De evolutie van de vliegtuigbewapening en aanverwante systemen na WO2 heeft het gebruik van het luchtwapen op een revolutionaire manier gewijzigd. Jachtvliegtuigen zijn nu wapensystemen die uitgerust zijn met de meest gesofistikeerde elektronische apparatuur en bijhorende bewapening die kunnen ingezet worden in zowel defensieve als offensieve opdrachten.

Tot hiertoe zijn er geen conflicten geweest waarbij de partijen gelijkaardige high-tech systemen inzetten zodat we moeilijk tot besluiten kunnen komen over de doeltreffendheid tijdens confrontaties met gesofistikeerde middelen. Wel hebben we gemerkt dat bij de conflicten in het Midden-Oosten de Westerse technologie zeer doeltreffend was. Die was echter in een omgeving van totaal luchtoverwicht, wat in de toekomst niet altijd het geval zal zijn.

Kunnen we reeds lessen trekken uit de oorlog in Oekraïne die voor het ogenblik aan de gang is? Er zijn een aantal beperkingen die een impact hebben op het verloop van het conflict. Om escalatie te vermijden leveren de landen die Oekraïne steunen geen offensieve middelen die op of boven het Russisch grondgebied kunnen gebruikt worden. Men opteert eerder voor een defensief concept van *airspace denial* (ontzegging van het eigen luchtruim). Bepaalde stemmen opteren reeds voor de toepassing van dit concept in een toekomstige luchtoorlog. In het verleden heeft men steeds geopteerd naar air superiority, wat betekent dat men streeft naar een absolute superioriteit in het luchtruim, ook boven het vijandelijk gebied.

Naar onze bescheiden mening zal de keuze van het concept afhangen van de sterkte van de tegenstander. Kan men zich

les appareils sont plus grands et équipés de moteurs plus puissants. D'où une consommation plus élevée ayant pour conséquence qu'ils doivent sacrifier de l'autonomie et, en raison de leur taille, deviennent plus détectables et donc plus vulnérables.

3.5.3. Résumé

Les drones (UAV) sont devenus une partie intégrante de la guerre aérienne moderne. Ils constituent un élément important non seulement pour recueillir des informations, mais aussi pour attaquer des cibles spécifiques qui peuvent être détruites avec des armes moins puissantes.

4. Conclusions générales

L'évolution de l'armement des avions et des systèmes connexes après la Seconde Guerre mondiale a révolutionné l'utilisation de l'arme aérienne. Les avions de combat sont désormais des systèmes d'armes dotés d'équipements électroniques les plus sophistiqués et de l'armement associé, qui peuvent être utilisés dans des missions tant défensives qu'offensives.

Jusqu'à présent, il n'y a pas eu de conflits dans lesquels les parties déploient des systèmes high-tech similaires. Il est donc difficile pour nous de tirer des conclusions sur leur efficacité lors de confrontations. Nous avons pourtant constaté que dans les conflits au Moyen-Orient, la technologie occidentale était très efficace. Cependant, c'était dans un environnement de supériorité aérienne totale, ce qui ne sera pas toujours le cas à l'avenir.

Peut-on déjà tirer des leçons de la guerre qui se déroule pour l'instant en Ukraine ? Un certain nombre de contraintes ont une influence sur le déroulement du conflit. Pour éviter une escalade, les pays qui soutiennent l'Ukraine ne fournissent pas de moyens offensifs pouvant être utilisés sur ou au-dessus du territoire russe. Ils optent plutôt pour un concept défensif d'*airspace denial* (interdiction de son propre espace aérien). Certains envisagent déjà l'application de ce concept dans une future guerre aérienne. Dans le passé, on a toujours opté pour la supériorité aérienne, c'est-à-dire pour une supériorité absolue dans l'espace aérien, y compris au-dessus du territoire ennemi.

À notre humble avis, le choix du concept dépendra de la force de l'adversaire. Peut-on imaginer que l'on vise une supériorité aérienne totale sur le territoire russe ? Compte tenu des moyens aériens défensifs dont dispose la Russie, un tel objectif entraînerait des pertes énormes.

6. De nuttige lading van een vliegtuig/missiele. In het geval van een UAV is dit de offensieve bewapening.

De evolutie van de vliegtuigbewapening

voorstellen dat men zou streven naar totaal luchtoverwicht boven Russisch grondgebied? Gezien de defensieve luchtmiddelen waarover Rusland beschikt zou een dergelijk streefdoel tot enorme verliezen leiden.

Betekent dit dat het concept van totaal luchtoverwicht voorbijgestreefd is?

Neen. Wanneer men met een tegenstander te maken heeft die enkel over een beperkte luchtverdediging beschikt, blijft dit de meest aangewezen optie. Conflicten zoals in Libye, Afghanistan en Noord-Irak hebben dit aangetoond. Onze Luchtmacht die jarenlang actief is geweest in die landen heeft er geen enkel vliegtuig verloren.

Passen onze gevechtsvliegtuigen nog in een toekomstige luchtoorlog die meer en meer gaat lijken op een robotoorlog met drones, UAV's, kruisraketten, ballistische raketten, SAM's, enz.? Het antwoord is affirmatief op voorwaarde dat die vliegtuigen multirole zijn. Ze moeten kunnen ingezet worden, zowel in een defensieve als in een offensieve rol, afhankelijk van het scenario. En wegens de onvoorspelbaarheid van de aard van toekomstige conflicten is het beter om middelen achter de hand te houden die in elk scenario kunnen ingezet worden.

Cela signifie-t-il que le concept de supériorité aérienne totale est dépassé ?

Non. Face à un adversaire dont les défenses aériennes sont limitées, elle reste l'option privilégiée. Les conflits tels que ceux de Libye, d'Afghanistan et du Nord-Irak l'ont démontré. Notre Force aérienne, qui est active dans ces pays depuis des années, n'y a pas perdu un seul avion.

Nos avions de chasse ont-ils encore leur place dans une future guerre aérienne qui ressemblera de plus en plus à une guerre de robots avec des drones, des UAV, des missiles de croisière, des missiles balistiques, des SAM, etc. ? La réponse est affirmative, à condition que ces avions soient multirôles. Ils doivent pouvoir être déployés dans un rôle à la fois défensif et offensif, en fonction du scénario.

Multirole fighters will fit in any future wartime scenario.

They can be used in either defensive or offensive roles and be very effective if equipped with the appropriate armament systems.

