

### 3. Les différents intercepteurs – domaines de vol et caractéristiques

#### Les classes de systèmes antibalistiques : Le bas endo atmosphérique ou la défense aérienne élargie (DAE)

- Une classe de système dual défense aérienne / défense antibalistique
- Menace traitée : Défense aérienne et SRBM
- Système mobile et déployable, pouvant fonctionner en autonome ou prédésigné
- Un domaine d'interception en altitude de 0 à 20 km (30 km annoncé pour certains systèmes russes)
- Zone défendue limitée de classe quelques km de rayon (dépend fortement du système et de la menace)
- Constitution
  - Un ou des radars pour les fonctions veille, conduite de tir (éventuellement discrimination si cible non entière) de classe de portée 100 km-200 km
  - Un système de commandement
  - Des lanceurs de plusieurs missiles de classe 1500 à 2500 m/s
- Des incertitudes / des performances améliorables
  - sur la classe de menace balistique traitable (limite due au radar, à l'autoguidage et au système létal)
  - sur leur efficacité face aux manœuvres tournoyantes et aux missiles semibalistiques
  - sur leur plafond d'interception ( 30 km possible ?)
- Représentants
  - SAMP/T block 1 français , PATRIOT (USA) , S300P S300V et S400 russe , HQ-9 chinois , AAD indien , MEADS

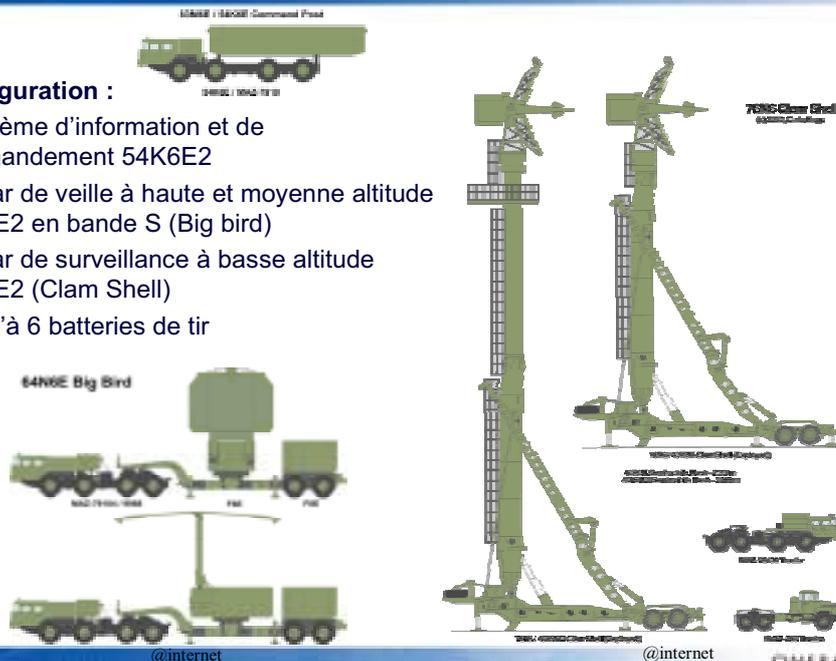
Onera : présentation CSD du 24/09/2009

13



#### Exemple de système bas endo : Le S300PMU2 / S400 russe (SA10) (1/3)

- **Configuration :**
- 1 système d'information et de commandement 54K6E2
- 1 radar de veille à haute et moyenne altitude 64N6E2 en bande S (Big bird)
- 1 radar de surveillance à basse altitude 76N6E2 (Clam Shell)
- Jusqu'à 6 batteries de tir



Onera : présentation CSD du 24/09/2009

14

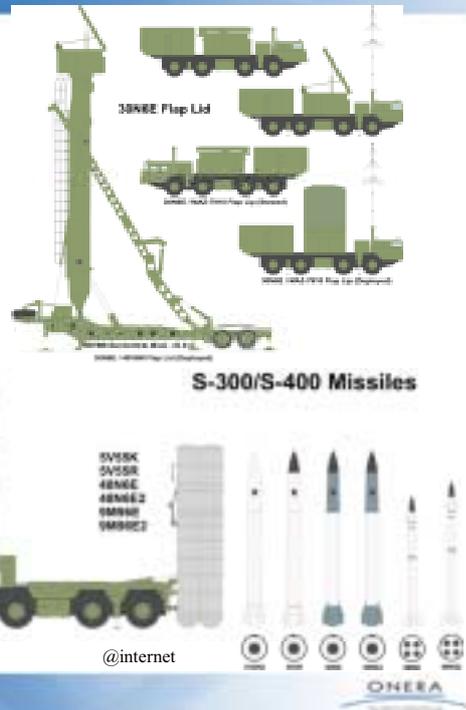
@internet

@internet



## Exemple de système bas endo : Le S300PMU2 / S400 russe (SA10) (2/3)

- Une batterie de tir :
- 1 radar 30N6E2 en bande X (Flap Lid) d'illumination et de conduite de tir
- Jusqu'à 12 camions TEL 5P85TE2 ou 5P85CE2 contenant :
  - 4 missiles 5V55 ou 48N6
  - Ou
  - 3 missiles 48N6 et 3 9M96



Onera : présentation CSD du 24/09/2009

15

## Exemple de système bas endo : Le S300PMU2 russe (SA10) Performances annoncées (3/3)

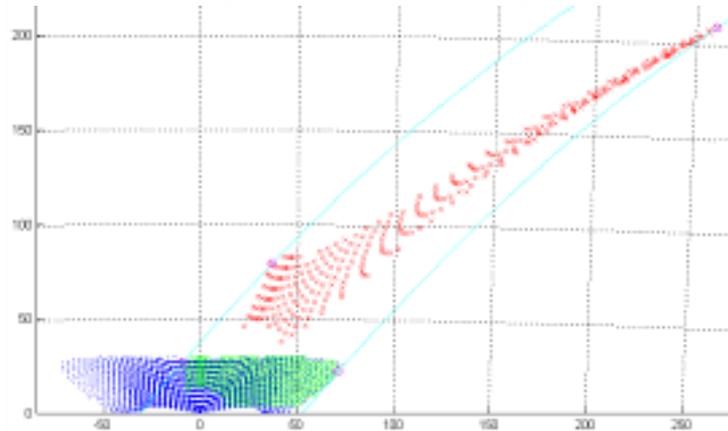
- Les cibles traitées (TBM, aérobie)
- Vitesse des cibles traitées : 0 à 2800 m/s
- Nombre maximum de lanceur : 72 (12\*6)
- Nombre de missile par lanceur : 4 \* 48N6 (pour le S300PMU2)
- Nombre maximum de cibles engageables simultanément
  - 6 par batterie de tir
  - 36 par système
- Nombre maximum de missiles guidés :
  - 12 par batterie de tir
  - 72 par système
- Temps de déploiement : 5 min
- Temps minimum entre deux tirs du même lanceur : 3 s
- Durée de la procédure de tir : 7,5 s
- Portée (min;max)
  - contre aérobie 3 - 200 km
  - contre balistique < 40 km
- Altitude (min;max)
  - contre aérobie : 100 - 27000 m

Onera : présentation CSD du 24/09/2009

16

## Les classes de systèmes antibalistiques : Le bas endo atmosphérique ou la défense aérienne élargie (DAE)

- Missile bas-Endo générique performant (2000 m/s, plafond à 30 km) versus MB 1000 km
  - Domaine d'interception (vert) et de tir (rouge) purement cinématique



Onera : présentation CSD du 24/09/2009

- Points importants :
  - Pour de nombreux points du domaine de vol : Tir avec cible en endoatmosphérique
  - Fourchette de tir maximum de l'ordre de 40 s
  - Cohérence missile/radar => Portée radar nécessaire de classe 200 km

17



## Les classes de systèmes antibalistiques : Le moyen et haut endo atmosphérique

- Une classe de système dédié antibalistique
- Menace traitée : SRBM au MRBM
- Système mobile et déployable, pouvant fonctionner en autonome ou prédésigné
- Un domaine d'interception en altitude variable/en débat/secret suivant les concepts
- Zone défendue de classe quelques dizaines de km de rayon (dépend fortement du système et de la menace)
- Constitution classique
  - Un radar pour les fonctions veille, conduite de tir et discrimination (classe 1000 km de portée)
  - Un système de commandement
  - Des lanceurs de plusieurs missiles de classe 2000 à 3000 m/s
- **Des incertitudes / des performances améliorables**
  - sur la limite haute de la classe de menace balistique traitée (limite due au radar et à l'autoguidage et au système létal éventuel)
  - sur leur plancher/plafond d'interception (effet ATO et contraintes de décoiffage)
  - sur la fonction discrimination et le passage de main radar-autodirecteur
- Représentants
  - ARROW israélien, THAAD (US), Projet PAD indien et SAMP/T Block 2 (Fr)

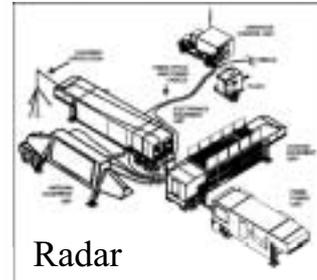
Onera : présentation CSD du 24/09/2009

18



## Exemple de système haut endo : Le THAAD

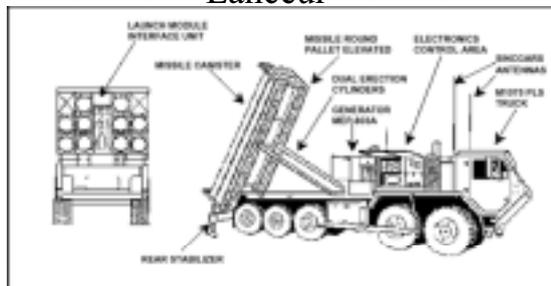
- **Configuration** : (structure identique au Patriot)
- Des unités de tir regroupées en bataillon
  - Une unité de tir =
    - 1 BM/C4I
    - 1 radar GBR (bande X)
    - 9 lanceurs de 10 à 12 missiles
  - Un bataillon =
    - 1 QG
    - 4 unités de tir



Radar

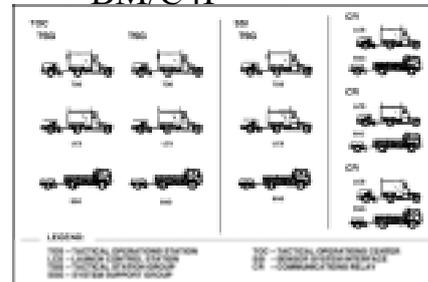
@internet

Lanceur



@internet

BM/C4I



@internet

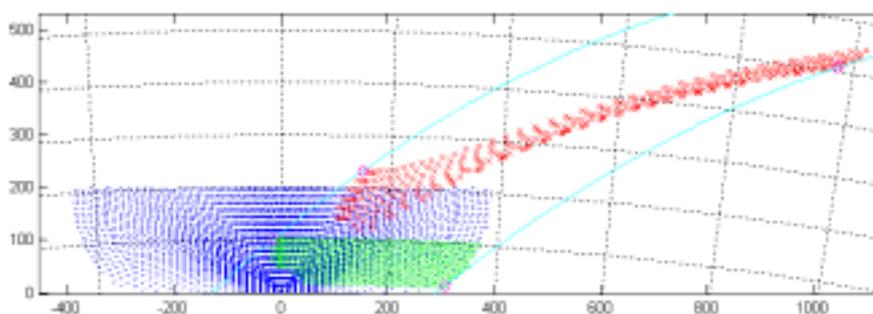
Onera : présentation CSD du 24/09/2009

19



## Les classes de systèmes antibalistiques : Le moyen et haut endo atmosphérique

- Missile haut-endo générique performant (3000 m/s interceptant entre 20 et 100 km d'altitude) versus MB 3000 km
  - Domaine d'interception (vert) et de tir (rouge) purement cinématique



Onera : présentation CSD du 24/09/2009

- Points importants :
  - Pour tous les points du domaine d'interception : Tir avec cible en exoatmosphérique, donc il ne peut pas y avoir une discrimination sur des critères cinématiques à la rentrée atmosphérique avant tir
  - Cohérence missile/radar => Portée radar nécessaire de classe 1000 km
  - Fourchette de tir maximum de l'ordre de 50 s
  - Impossibilité de réaliser une politique de tir en TCT (tir contrôle tir) pour cet exemple

20

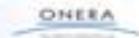


## Les classes de systèmes antibalistiques : L'exo atmosphérique

- Une classe de système dédié antibalistique (et ASAT ?)
- Menace traitée : du MRBM à l'ICBM
- Système fixe (GBI) ou mobile et déployable (SM3)
- Un domaine d'interception en altitude au dessus de 80-120 km
- Zone défendue de classe quelques centaines de km de rayon (dépend fortement du système et de la menace)
- Constitution classique
  - Un système d'alerte précoce
  - Un radar de poursuite et de discrimination (classe 5000 km pour le X-SBR US)
  - Un système de commandement centralisé
  - Des lanceurs fixes (silo) ou mobiles (SM3) de la classe 4000 à 7000 m/s
- **Des incertitudes / des performances améliorables**
  - sur la fonction discrimination (répartition entre ADIR et moyen(s) annexe(s))
  - sur leur plancher d'interception et donc sur la limite basse de la menace traitée
- Représentants
  - GBI et SM3 (US); SM3 block 2 (Japon+US); Projet israélien avec l'ARROW 3

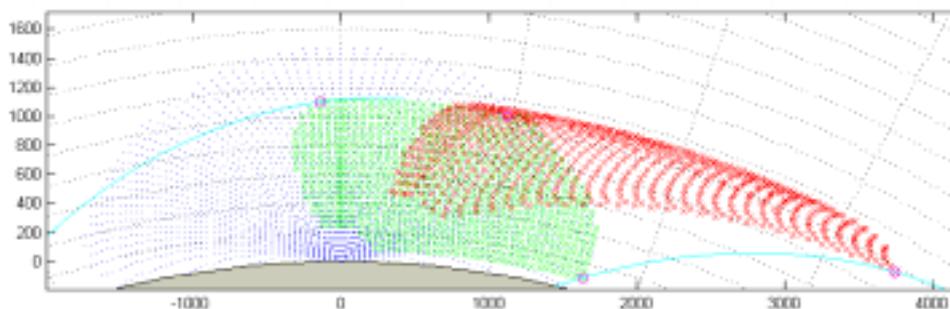
Onera : présentation CSD du 24/09/2009

21



## Les classes de systèmes antibalistiques : L'exo atmosphérique

- Missile exo générique (5500 m/s interceptant au-delà de 100 km d'altitude) versus MB 5000 km
  - Domaine d'interception (vert) et de tir (rouge) purement cinématique



- Points importants :
  - Tous les points du domaine d'interception et de tir sont en exoatmosphérique
  - Cohérence missile/système => Tir lorsque la menace est à plusieurs milliers de km
  - Fourchette de tir maximum de l'ordre de 500 s
  - Possibilité de réaliser une politique de tir en TCT (tir contrôle tir) pour cet exemple

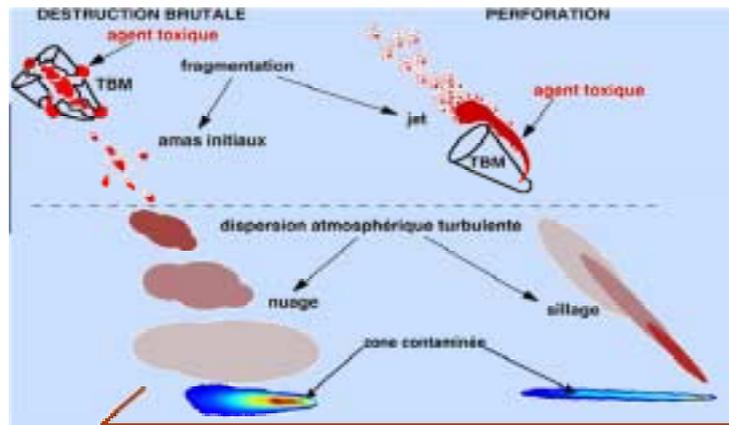
Onera : présentation CSD du 24/09/2009

22



## Point dur pour l'interception antibalistique endo&exo : Les phénomènes de retombées

- Phénomènes :
  - Génération et dispersion des débris toxiques éventuels suite à l'interception
- Implications sur la défense
  - Interception : Altitude minimum d'interception, système létal nécessaire
  - BMC3I : Date de tir pour minimiser les effets des retombées



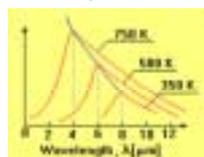
Onera : présentation CSD du 24/09/2009

25



## Technologie clé pour l'interception antibalistique endo&exo : L'autodirecteur infrarouge (ADIR) (1/2)

- Pour une interception haut endo ou exoatmosphérique (donc au dessus des nuages) le besoin en distance d'accrochage et en résolution angulaire justifie l'utilisation d'un autodirecteur infrarouge.
- En endoatmosphérique, il est nécessaire :
  - De protéger l'ADIR par un irdôme lui-même protégé par une coiffe
    - Un seul matériau candidat pour l'irdôme compte tenu des contraintes mécaniques et thermiques : le saphir, qui impose de fonctionner en bande II (MWIR de 3 à 5  $\mu\text{m}$ )
  - De rendre l'ADIR orientable par rapport à l'axe du missile
- En exoatmosphérique,
  - Il est nécessaire de protéger l'ADIR par une coiffe à la montée, mais il n'est pas nécessaire de mettre un irdôme ou un système d'orientation
  - Le choix de la bande est lié à la SIR de la cible (fonction essentiellement de sa température et de sa surface)
    - Bande II (MWIR) possible pour cible de SIR importante (missile entier et chaud)
    - Bande III (LWIR > 8  $\mu\text{m}$ ) préférable pour cible de faible SIR (petite et froide)



Loi de Wien  
Evolution du pic d'émission  
en fonction de la température

Onera : présentation CSD du 24/09/2009

26

@internet



## Technologie clé pour l'interception antibalistique endo&exo : L'autodirecteur infrarouge (ADIR) (2/2)

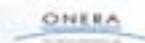
- La fonction discrimination est très dimensionnante pour l'ADIR, elle implique des besoins en terme de distance d'accrochage et de technologie
- Des sauts technologiques sont en cours (optique et détecteur)
  - Nouvelles idées théoriques en micro et nano-optique infrarouge s'appuyant sur des capacités technologies déjà existants
  - Détecteurs : avalanche, super-réseaux
- Les technologies IR en 2020 seront différentes de celles utilisées actuellement pour la MD US
  - Cette évolution technologique pourra avoir des conséquences systèmes en terme de miniaturisation et de nouvelles fonctions (par exemple spectrométrie pour la discrimination)

Onera : présentation CSD du 24/09/2009

Un exemple : un filtre vitrail (SiC/Or), première mondiale Onera /LPN



27



## Conclusions

- Une défense antibalistique, c'est un système
  - Les différents moyens de la défense doivent être dimensionnés **en commun et de manière cohérente** sur la menace de référence
- Il n'existe pas de système unique pour traiter toutes les menaces
  - Le bas endoatmosphérique restera indispensable en DAE
  - Il faut un intercepteur antibalistique dédié pour traiter les menaces balistiques sophistiquées et/ou longue portée
- Il existe des degrés de liberté à analyser dans les domaines d'interception des trois grandes classes « Bas Endo », « Haut Endo » et « Exo »
  - La plage 20-30 km : du haut « Bas Endo » ou du bas « Haut Endo » ?
  - La plage 80-120 km : « Bas Exo » ou « Haut Endo » ?
- Il y a des technologies / problématiques communes entre les solutions d'interception « Exo » ou « Haut Endo »
  - Les technologies DACS, ADIR et les effets ATO
  - La fonction discrimination
  - Le besoin de moyen(s) de trajectographie / discrimination annexe
    - Radar (en bande X ?) ou Senseur IR (satellite ou aéroportée ?)
- **Les compétences techniques et technologiques existent en France**

Onera : présentation CSD du 24/09/2009

30

