



MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

Les exigences CEM au niveau des systèmes:

Les orientations et les attentes

DGA

Introduction

La CEM des systèmes navals, c'est:

- ◆ le suivi des risques « back door »
= **processus maîtrisé**

- ◆ le suivi des risques « front door »
= **enjeu majeur** car
 - » utilisation croissante du spectre
 - » solutions CEM classiques coûteuses en termes de performances opérationnelles

CEM des systèmes navals: contexte

Une **multitude** de fonctions électromagnétique à intégrer :

- communications
- navigation et guidage
- identification
- radar
- guerre électronique

Sur une frégate moderne, de la classe Horizon, on compte plus de 70 aériens...

En plus des fonctions du porteur, il faut intégrer celles :

- ◆ des aéronefs (avions d'armes, de patrouille et hélicoptères)
- ◆ des armes (missiles conventionnels et nucléaires...)
- ◆ des drones etc.

CEM des systèmes navals: contexte

Des fonctions EM **fortement concurrentes**

- besoins accrus en portée (communications, radar...)
⇒ Puissance d'émission accrue, sensibilité accrue
- besoins accrus en débit (communications)
⇒ Quantité de spectre accrue
- cas particulier: la guerre électronique
Elle vise la maîtrise du spectre:
Connaître l'environnement électromagnétique (RESM, CESM)
Gêner l'utilisation du spectre par l'adversaire (RECM, DLS)
⇒ Large couverture spectrale, spatiale et temporelle,
en réception **et** en émission



Pas de normalisation en CEM front-door

CEM des systèmes navals: contexte

La capacité à utiliser simultanément différentes fonctions électromagnétiques est aujourd'hui l'enjeu majeur de la CEM des systèmes navals



HMS SHEFFIELD: coulé par un missile EXOCET lors de la guerre des Malouines, **les senseurs ayant été rendus momentanément inopérants par l'utilisation de moyens de communication**



Les tendances: la CEM de force

CEM des systèmes de systèmes navals

Le système naval n'est plus considéré comme une plate-forme isolée mais comme **un système au sein d'une force navale**

- ◆ émergence de fonctionnalités multi-plates-formes
- ◆ prise en compte des contraintes au niveau de la force



CEM des systèmes de systèmes navals

Exemple: la tenue de situation tactique multi-plates-formes

Principe: échange des informations tactiques entre les différents porteurs de la force navale (équivalent du network centric warfare)

= une **contrainte nouvelle** pour la CEM
(les échanges se font par des liaisons haut débit consommatrices de spectre)

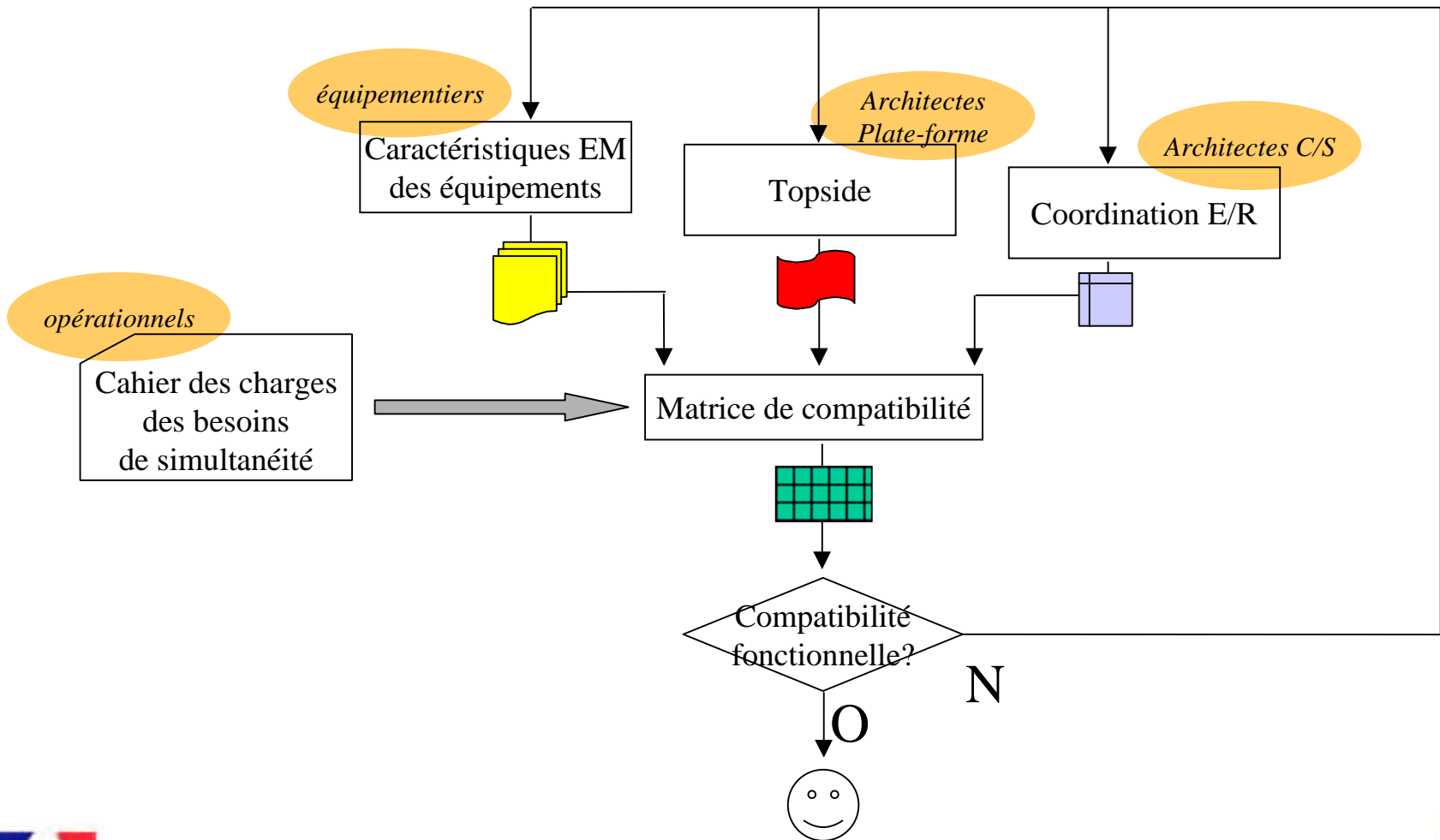
= également une **opportunité nouvelle** pour la CEM
(la mise en réseau des informations permet de réduire l'exigence de couverture de chaque senseur)

⇒ l'intégration des systèmes au niveau de la force renouvelle la problématique CEM

La démarche en CEM navale



Démarche CEM



La démarche en CEM navale

1

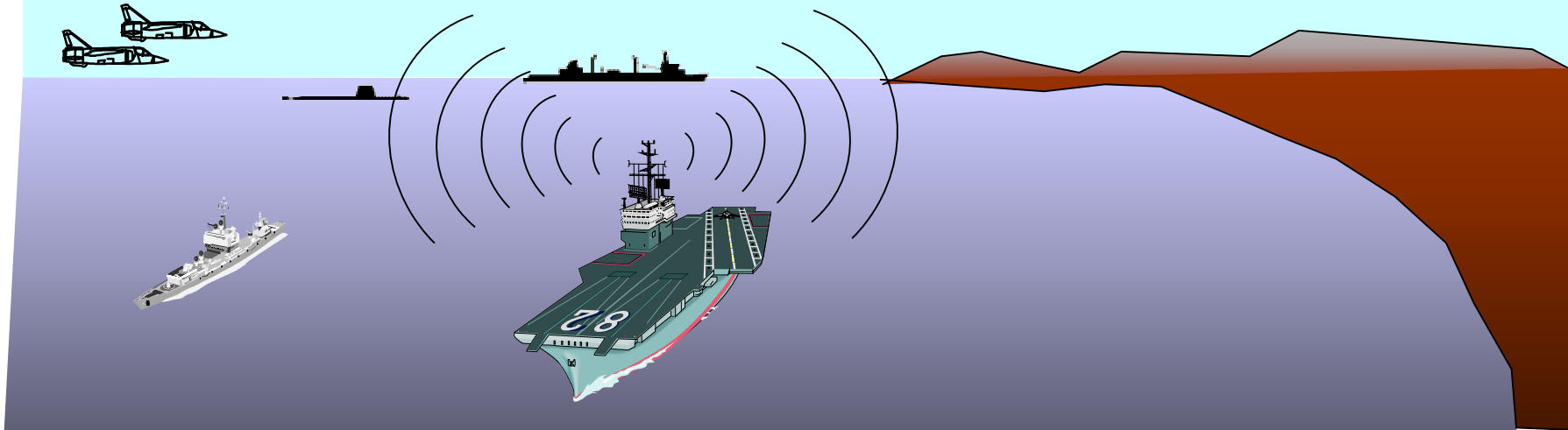
Analyse des besoins de simultanéité

Démarche CEM (1)

1- Analyse des besoins fonctionnels de simultanéité *définition de scénarii opérationnels dimensionnants par les Etats-Majors*

situation de paix, de crise, de guerre...

priorité à l'alerte, à l'autoprotection ou au recueil de
renseignement...



La démarche en CEM navale

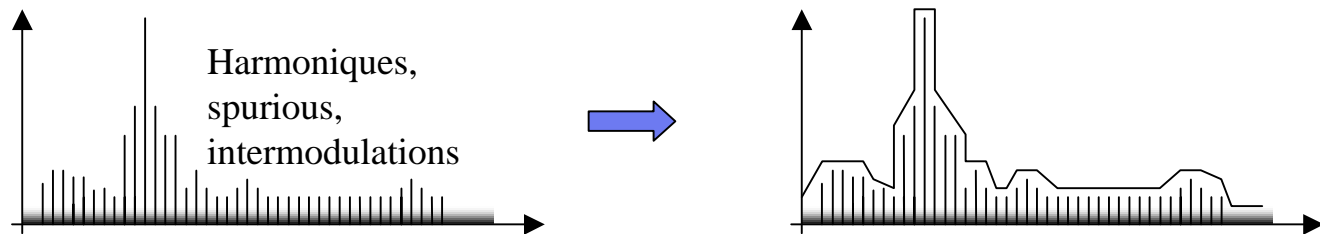
2

Définition des caractéristiques EM des équipements

Démarche CEM (2)

2 - caractéristiques EM des équipements: en rayonnement

- ◆ spécification d'un « gabarit enveloppe » du spectre d'émission



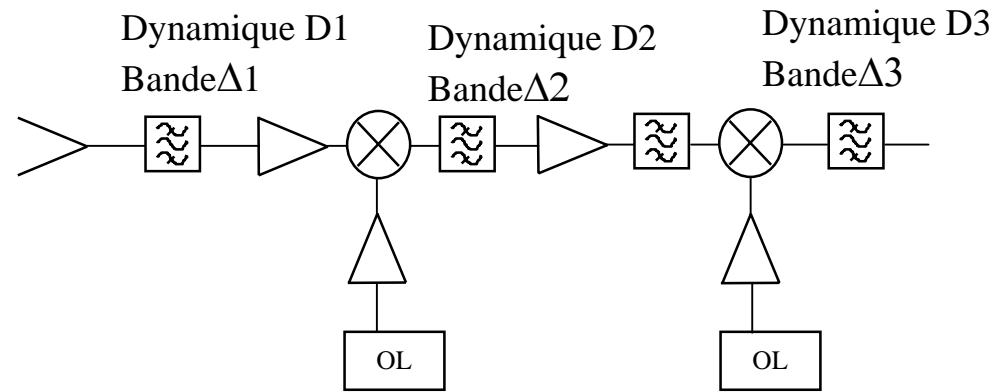
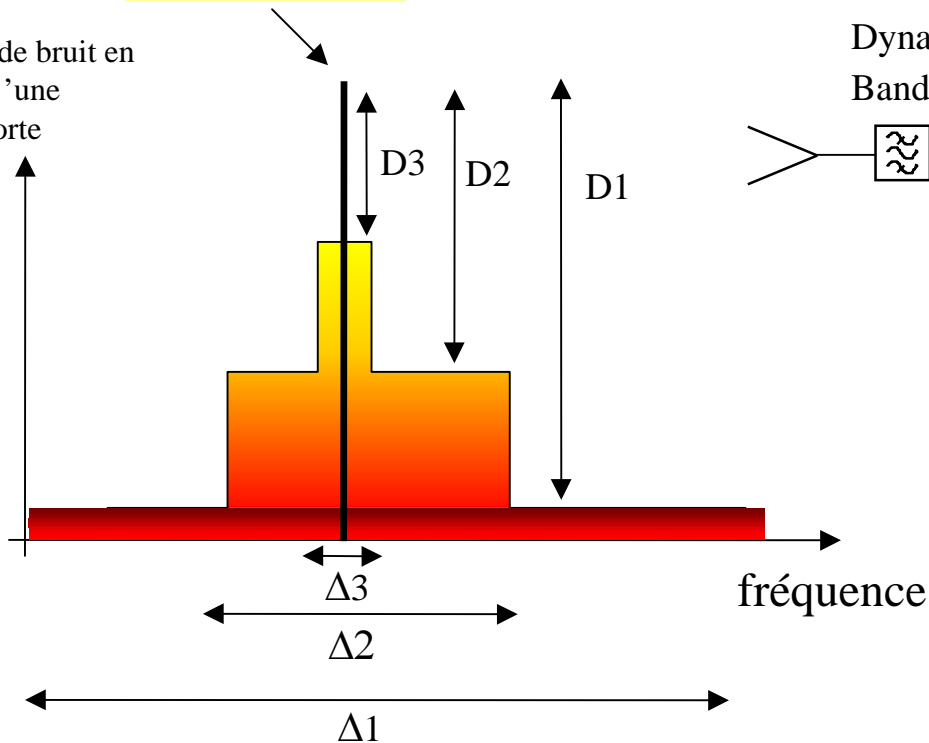
- ◆ Le spectre d'émission doit être mesuré également hors bande utile:
 - Signal utile
 - Rayonnements hors bande
 - Rayonnements non essentiels...

Démarche CEM (2)

2 - caractéristiques EM des équipements: en susceptibilité Comment définir la susceptibilité d'un équipement?

Perturbateur fort

Remontée de bruit en présence d'une émission forte



la susceptibilité n'est donc pas réductible à une valeur de champ

Démarche CEM (2)

2 - caractéristiques EM des équipements: en susceptibilité

- la spécification de la susceptibilité doit s'appuyer sur un critère opérationnel de perturbation

Pour la guerre électronique:

- perte momentanée/définitive de la situation tactique
 - apparition de fausses pistes
 - mesure erronée des paramètres des interceptions
 - dégradation de la sensibilité
- la susceptibilité doit prendre en compte tous les modes de perturbation « front door »
 - saturations
 - mélanges réciproques
 - accords parasites
 - intermodulations
 - ...

La démarche en CEM navale

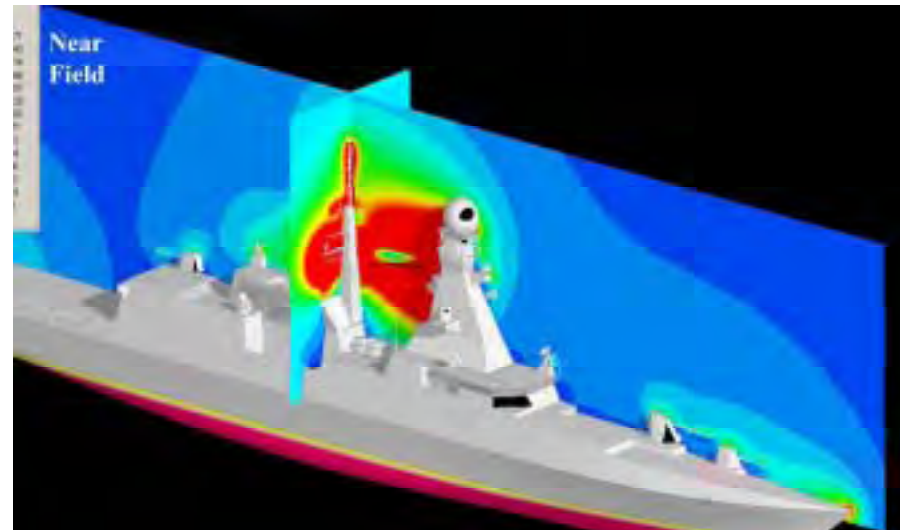
3

Optimisation du topside et des implantations
antennaires

Démarche CEM (3)

3 - Topside

- étude de découplage (simulation, mesure sur maquette ou sur plate-forme réelle) entre aériens
- Les nouveaux concepts de topside ont des impacts contradictoires sur le découplage entre antennes
 - ◆ Mât unique intégrée => forte colocalisation +/-
 - ◆ Ouvertures partagées –
 - ◆ Radômes sélectifs +
- Le découplage est aujourd'hui limité par le retour de mer (clutter)



La démarche en CEM navale

4

Gestion dynamique des fonctions E/R

Démarche CEM (4)

Les nouvelles solutions pour la CEM des systèmes navals:

4 - Gestion dynamique des compatibilités radio-électriques

Compatibilités fréquentielles

Compatibilités temporelles

Compatibilités spatiales

Compatibilités polarimétriques

Combinaisons de compatibilités

La coordination s'effectue à différents niveaux / à différentes échelles de temps

Planification (ART, ANFr, BMNF, DIRISI) – temps différé

Préparation de mission (SIC, plan EMCON) – temps « réfléchi »

Liaisons de données tactiques – temps LDT

Système de combat – temps C/S

Liaison dédiée – temps réel / temps « flash »

Démarche CEM (4)

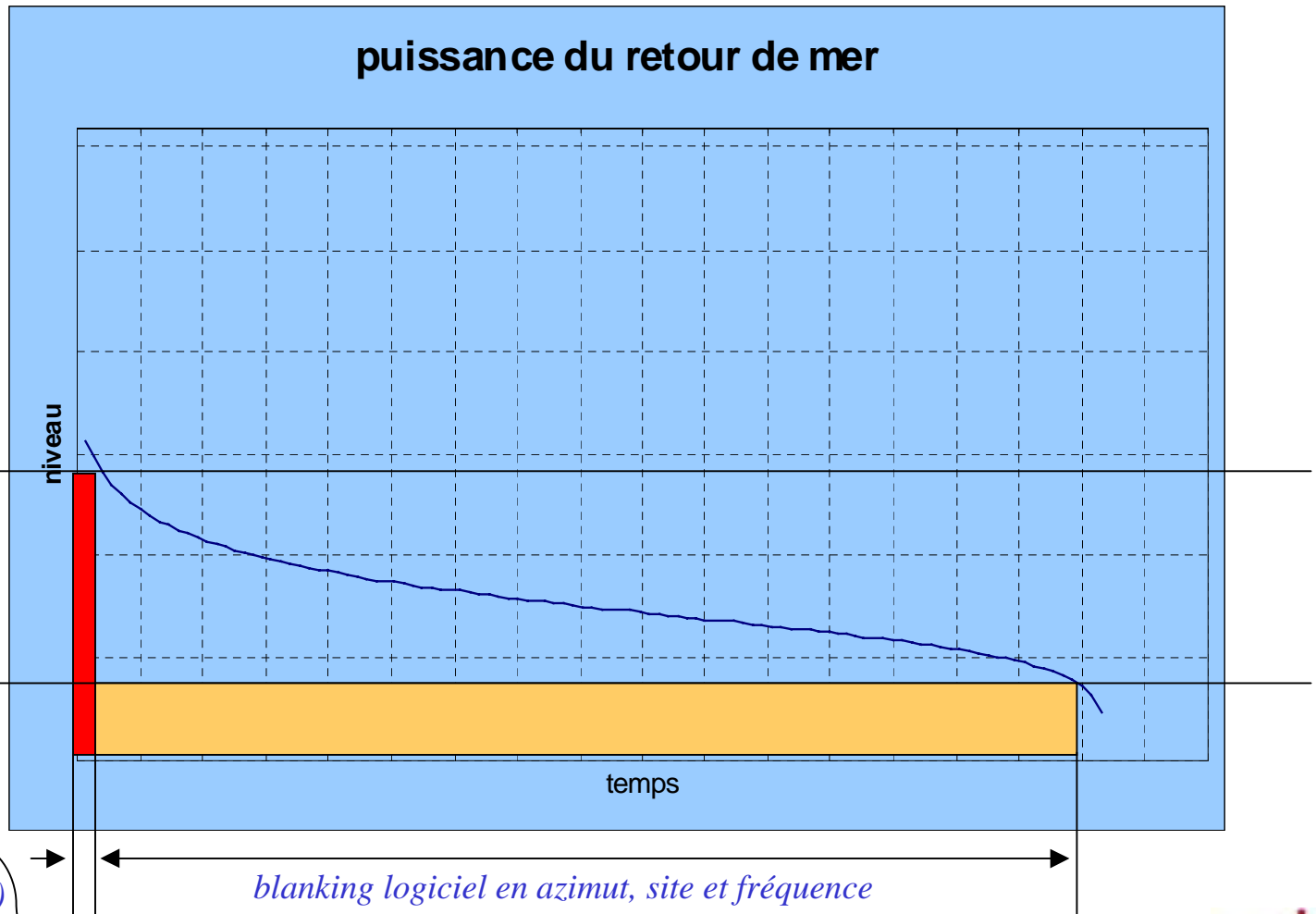
Exemple de compatibilité temporelle, fréquentielle et spatiale: *le blanking numérique*

- le « blanking » traditionnel consiste à désensibiliser le détecteur RESM pendant les émissions radar du bord pour éviter la saturation du récepteur
- or la sensibilité des détecteurs actuels rend les émissions du bord visibles en permanence du fait du clutter de mer
- pour éviter la détection des émissions du bord par retour de mer, on ajoute un filtrage (ou blanking) logiciel qui supprime ce clutter sur un critère temps / azimut / fréquence.



Démarche CEM (4)

Le blanking numérique



*blanking analogique
(sur toute la bande hyper)*

blanking logiciel en azimut, site et fréquence



Démarche CEM (4)

actuellement, la gestion dynamique des compatibilités radio-électriques est « à sens unique » :

- ◆ les perturbateurs forts imposent leur occupation du spectre aux sensibles
- ◆ la coordination se limite à la diffusion des préavis d'émission vers les sensibles

les systèmes futurs mettront en œuvre une gestion intégrée des compatibilités radio-électriques:

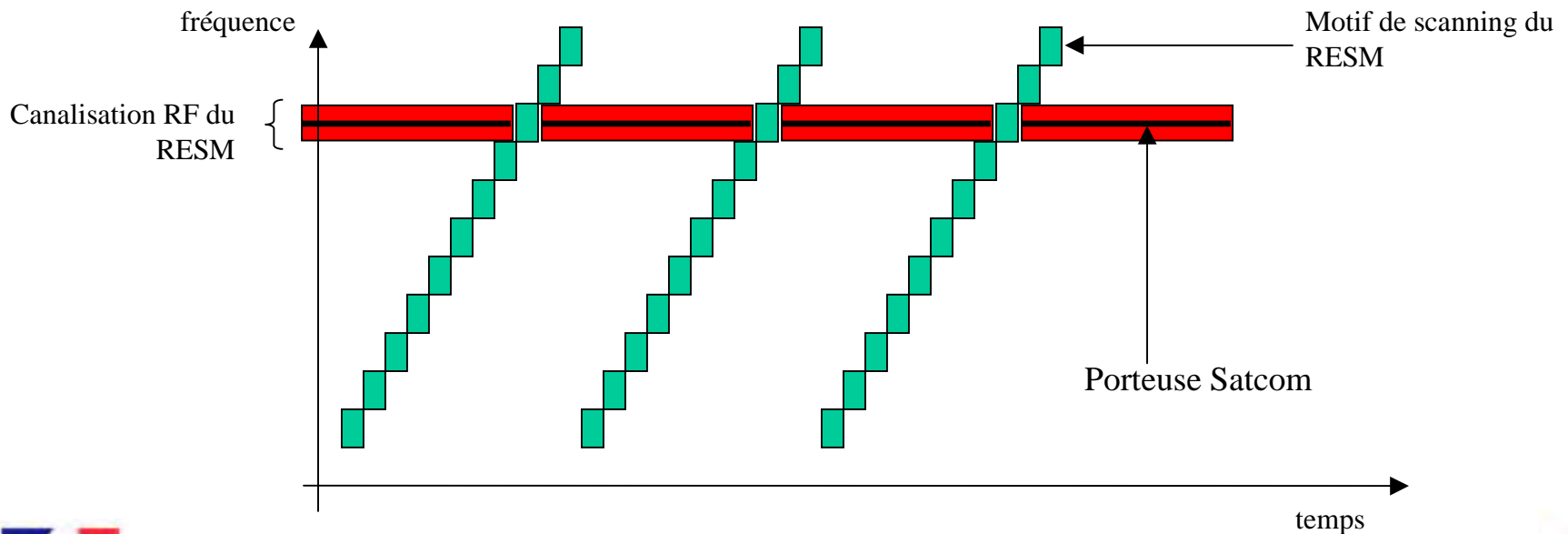
- ◆ au niveau du **système de combat** de chaque plate-forme, et au niveau de la **force navale**
- ◆ basée sur la **connaissance préalable** des conflits entre fonctions EM
- ◆ réalisant l'allocation du spectre entre fonctions d'émission et de réception, en fonction des **priorités opérationnelles**

Démarche CEM (4)

Exemple: comment assurer simultanément

- ◆ la détection des radars (fonction RESM)
- ◆ la liaison Satcom

Principe:



Démarche CEM (4)

Une telle synchronisation est rendue possible par l'architecture superhétérodyne des détecteurs RESM de nouvelle génération

Enjeux :

- trouver un compromis opérationnellement acceptable en termes de débit Satcom, de détection RESM
- relâcher les contraintes sur l'intégration physique des équipements

Conclusion

La CEM fonctionnelle sur les futurs systèmes de force doit mobiliser l'ensemble des intervenants des programmes :

- Les *Etats-Majors et la DGA* ⇒ définir les besoins opérationnels au niveau de la **force navale**, et les traduire en exigences fonctionnelles de simultanéité;
- Les *maîtres d'oeuvre intégrateurs* ⇒ **décliner les exigences globales** de performances CEM aux niveaux pertinents: équipement, topside, système de combat etc;
- Les *architectes des plates-formes* ⇒ mettre en œuvre les nouveaux designs de topside;
- Les *architectes des systèmes de combat* ⇒ développer la fonction de gestion dynamique de l'emploi du spectre
- Les *équipementiers* ⇒ prévoir les **interfaces** permettant la gestion dynamique des compatibilités radio-électriques