

PAROTO

Résultats Radar

Sommaire

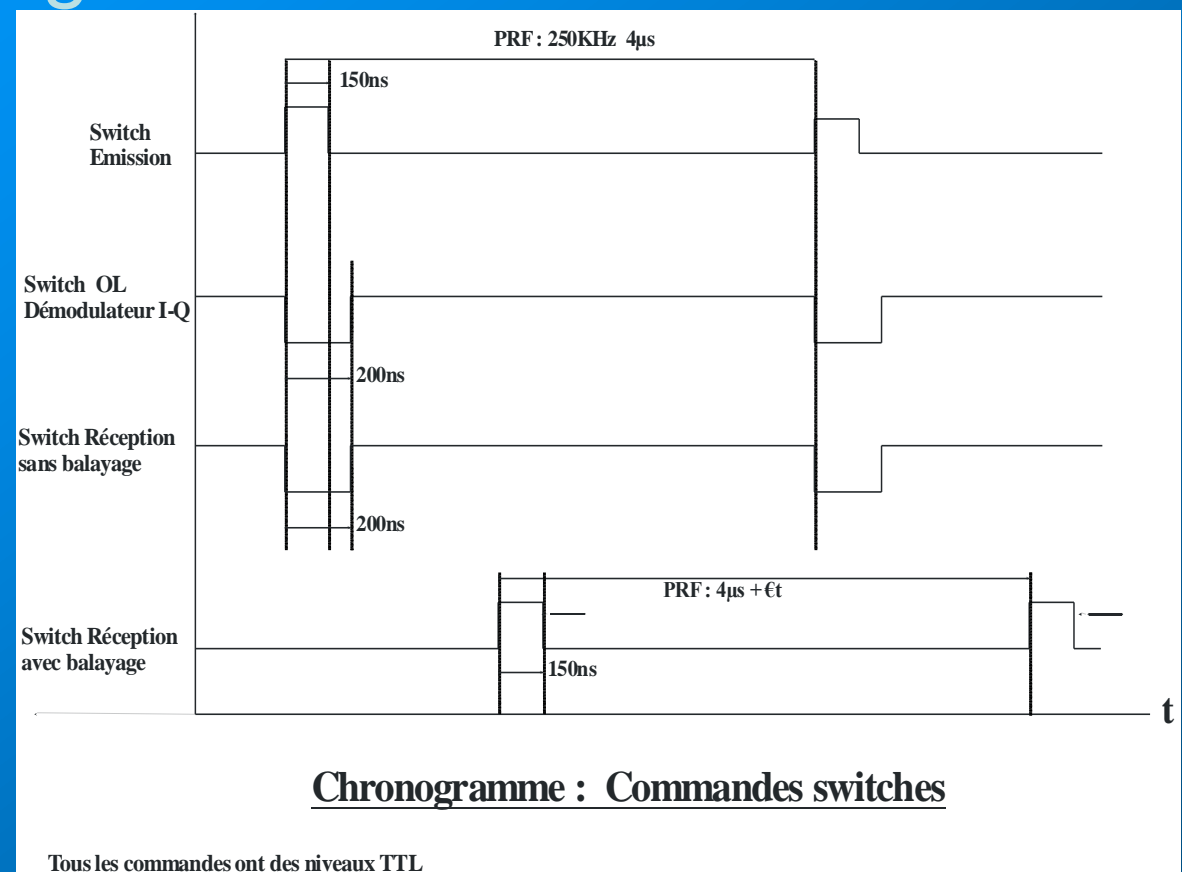
- Radar mmw
- Architecture globale
- Extraction des échos
- Visualisation des résultats
- Résultats

Radar mmw

- Evénements 2002
 - Janvier, proposition d'un nouveau choix technologique;
 - Février, lancement de la commande via importateur, choix de la société US HARMONIX;
 - Deuxième trimestre, développement sous-système FI et vidéo;
 - Troisième trimestre, mise au point ensemble FI et vidéo, réception radar, intégration;
 - Quatrième trimestre, suite intégration, mise au point, premiers essais.

Radar mmw

- Timing des commandes

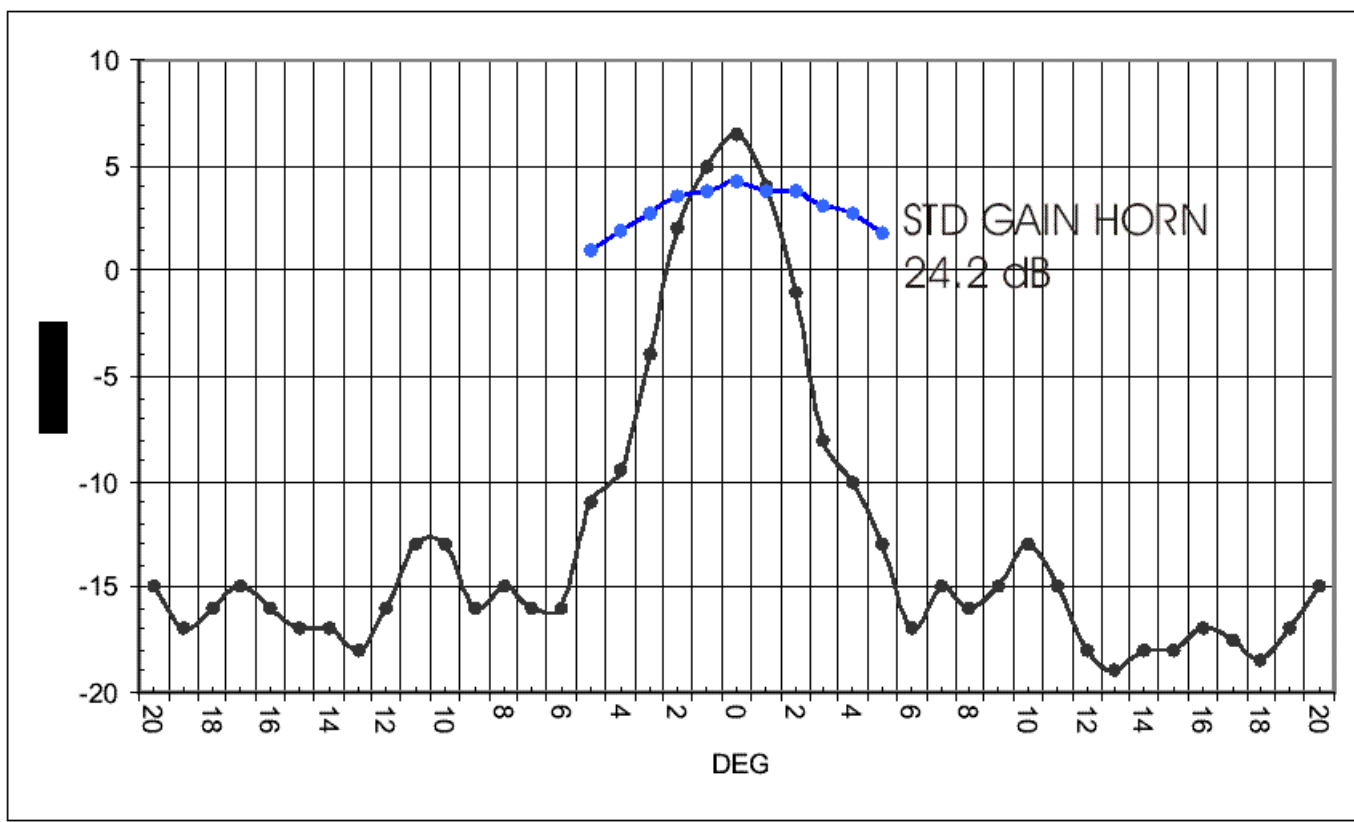


Radar mmw

- HARMONIX a rencontré deux difficultés
 - L'une cachée : performances de l'antenne, pertes très élevées (classique pour ce type d'antenne);
 - L'autre affichée : mise au point de l'amplificateur MMIC à 77 GHz
- Solutions
 - L'antenne a été acceptée en l'état, d'autant plus que la vérification de ses performances était inaccessible et son intégration mécanique prévue au LASMEA;
 - Intégration par HARMONIX de l'amplificateur 77 GHz mis au point par SPACEK (première fourniture).

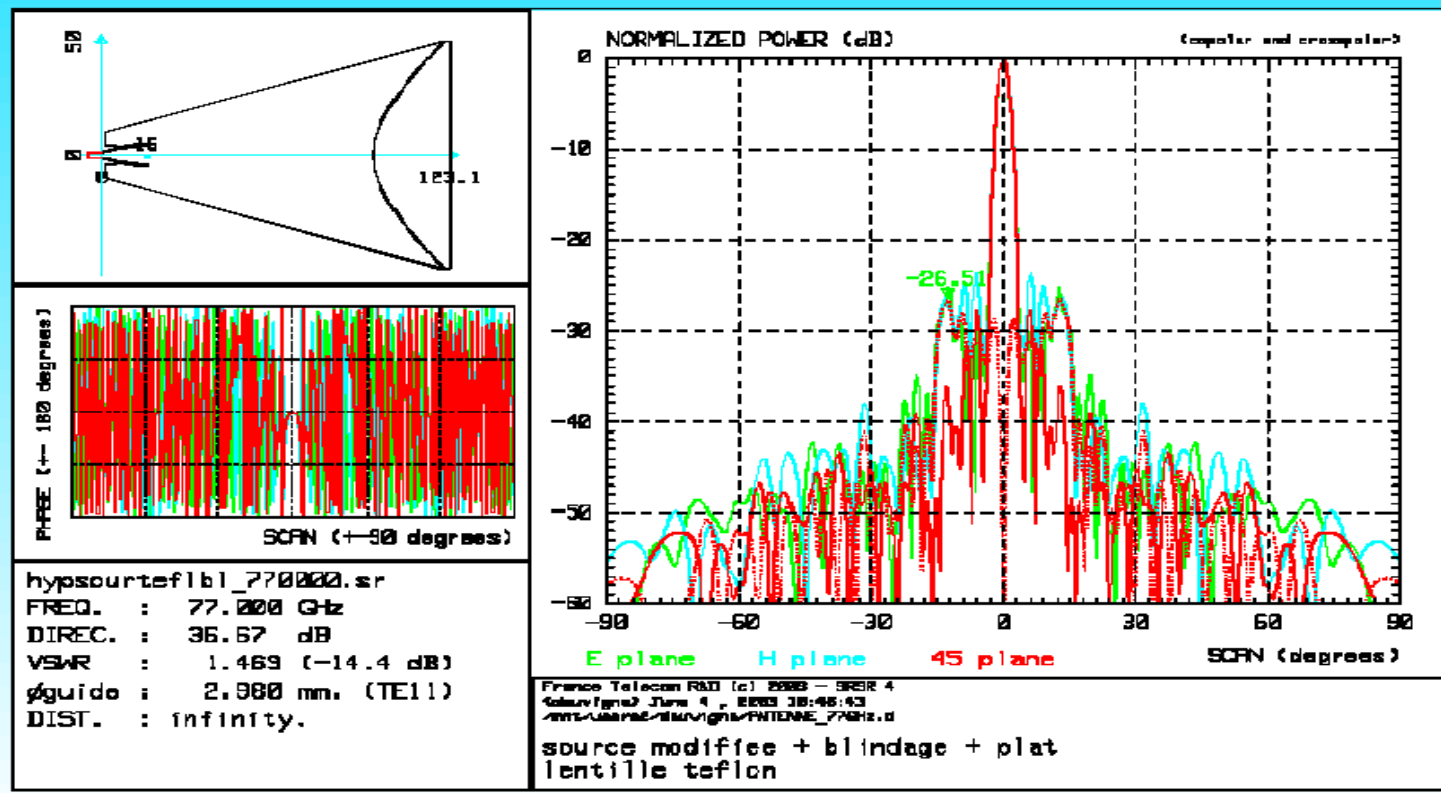
Radar mmw

77 GHz PATCH ANTENNA



Radars mmw

Lentilles 3D : antenne hyperbolique Diagramme (77 GHz- téflon)



Radar mmw

- Fréquence Intermédiaire, FI
 - Intégration réalisée par MATECH et RCS, pas de soucis majeur sinon quelques difficultés de fiabilité sur les commutateurs à 3 GHz.
- Module vidéo
 - Difficultés d'adaptation, deux voies menées en parallèle :
 - Voie MATECH/RCS, montage CMS,
 - Voie LASMEA, câblage et composants classiques.
 - La solution finale privilégie la bande passante vidéo retenue supérieure à la spécification d'origine (meilleur découplage entre porte distance).

Radar mmw

- Recette, intégration, essais
 - Recette radar chez RCS, puis au LASMEA;
 - Intégration des parties FI et vidéo réalisées au LASMEA en laboratoire;
 - Intégration sur VELAC réalisée par le LASMEA;
 - Expérimentations en région Clermontoise.

Radar mmw

- Différents signaux relevés



Avant filtrage



Après filtrage



Train de pulses avec balayage

2004 Formation porteuse Doppler
 après démodulation
 LASMEA/RCS

Radar mmw

- Qualité du fonctionnement
 - FI et vidéo conformes à l'attendu;
 - Commandes du radar conformes et de contrôle souple;
 - Interface avec numériseur maîtrisée;
 - Globalement le radar :
 - Manque de bilan de puissance du au défaut de l'antenne
 - environ 20 dB, soit 3,16 fois moins de distance détectée qu'escompté,
 - Possède des lobes secondaires d'antenne faibles permettant difficilement une analyse dans ces zones angulaires,
 - Présente un bruit résiduel ne permettant pas d'obtenir le rapport signal à bruit optimum pour des faibles signaux (très longue portée)
 - bruit d'oscillation de diode pas assez filtré,
 - Se commande correctement en découpage,
 - Est fiable.

Radar mmw

- Ce qu'il reste à faire (ou possible à faire)
 - Définition d'une version optimisée,
 - Approvisionnement et intégration d'une antenne à gain optimum sur le radar existant. Intérêt :
 - Bilan très nettement amélioré (détection en distance jusqu'à 200 m sur un véhicule),
 - Possibilité de travailler sur les lobes secondaires de l'antenne sur une distance raisonnable (inférieure à 50 m),
 - Permet de faire une définition correcte de la version optimisée.

Radar mmw

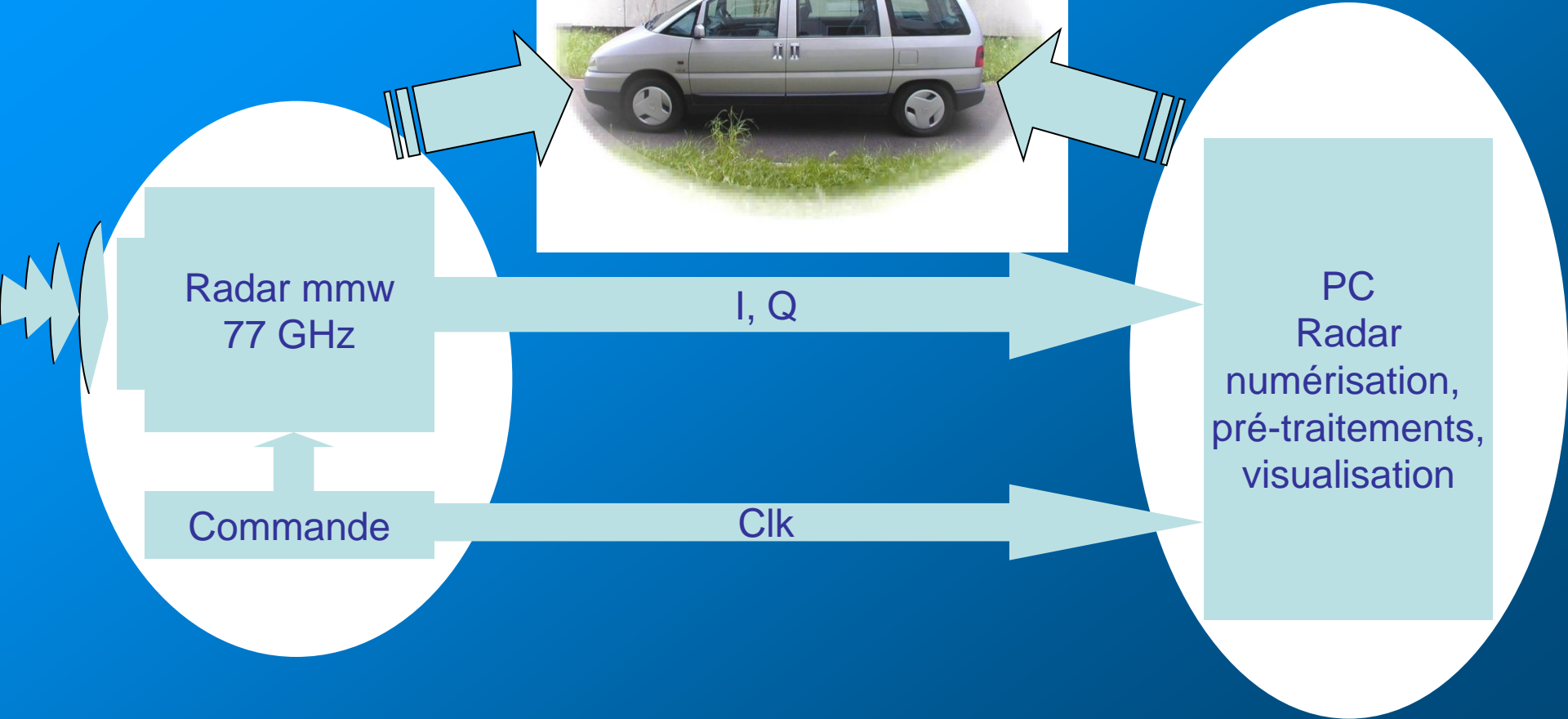
- Modification pour une recherche future
 - Définition d'un système d'antennes en remplacement de l'antenne actuelle,
 - Utilisation d'un émetteur et de trois récepteurs,
 - Cette amélioration conduirait à une vision élargie et non ambiguë de la scène jusqu'à des angles de plusieurs degrés de part et d'autre de l'axe de visée,
 - Modification de la source hyperfréquence à 77 GHz (certainement produite à partir d'une fréquence de base inférieure à 38,5 GHz),
 - Eventuellement augmentation de la puissance émise afin d'atteindre des portées élevées pour test.

Changement d'orateur

Architecture globale

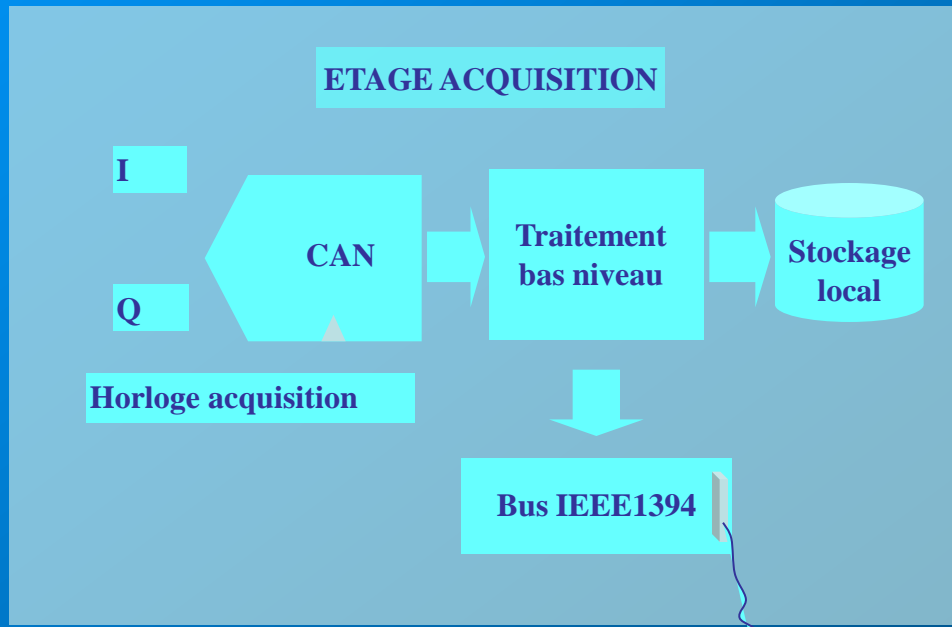
- Le capteur Radar comprend :
 - L'unité Radar mmw générant les signaux vidéo en phase et en quadrature (I et Q);
 - Un PC intégrant l'unité de numérisation analogique/numérique cadencée à 20 MHz;
 - Les logiciels de pré-traitements permettant d'extraire les « échos » comprenant l'information : amplitude, distance, vitesse;
 - La visualisation des résultats pour la mise au point du capteur Radar.

Architecture globale

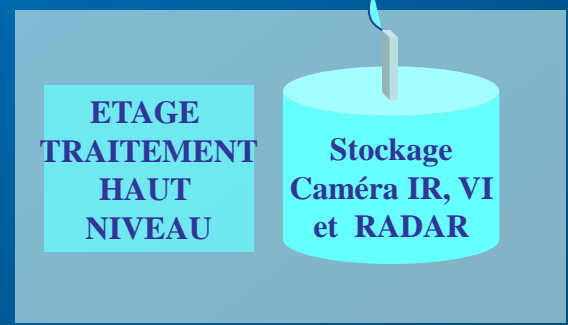


Architecture globale

Enregistrement de séquences en temps réel pour la mise au point des algorithmes



Nécessité d'enregistrer les images Vidéo IR et VI en synchronisation avec les données Radar pour faciliter la mise au point



Architecture globale

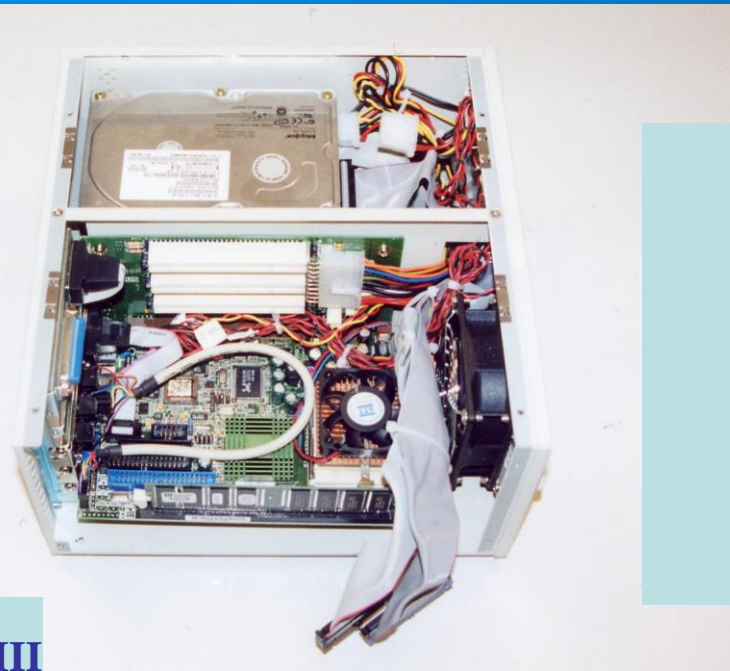
Disque Dur MAXTOR
20Go UDMA 100
(10Go # 5mn d'enregistrement)

Châssis CompactBox PCI
Dim : 265 x 255 x130
Cartes format PCI court

Bus PCI
32 bits 33MHz 132 Mo/s

Mémoire SDRAM
256Mo 133MHz

Processeur Pentium III
933MHz

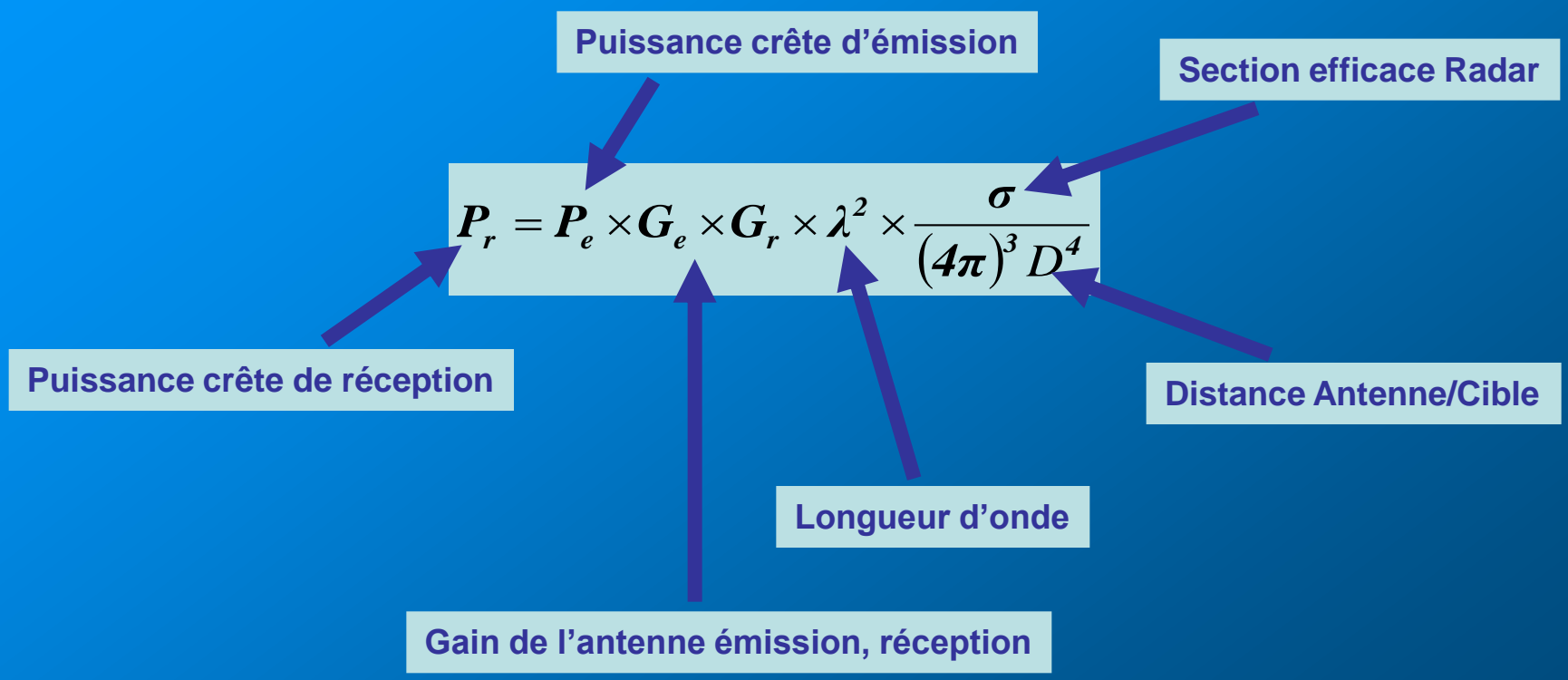


Extraction des échos

- Décomposée en quatre phases :
 - Acquisition des données,
 - Mise en forme des données,
 - Calcul de l'énergie,
 - Recherche des échos.
- L'ensemble de ces tâches fonctionne sur un PC standard avec les performances :
 - 15 ms pour 5 portes et une durée d'analyse de 8 ms soit une résolution en vitesse de 0,25 m/s.
 - Le passage à un processeur 2,5 GHz et l'optimisation du code doivent permettre d'atteindre le « temps réel » avec 10 portes.

Extraction des échos

- Les équations du Radar



Extraction des échos

- Les équations du Radar

- Signal transmis $e(t) = \sqrt{P_e} u(t) \exp(j2\pi f_0 t)$

- Signal reçu $s(t) = \sqrt{P_r} u(t - 2\frac{D}{c}) \exp(j(2\pi f_0 2\frac{v}{c} t - \varphi)) \exp(j2\pi f_0 t)$

- Distance obtenue par la mesure du temps (numéro de porte) $t_0 = \frac{2D}{c}$

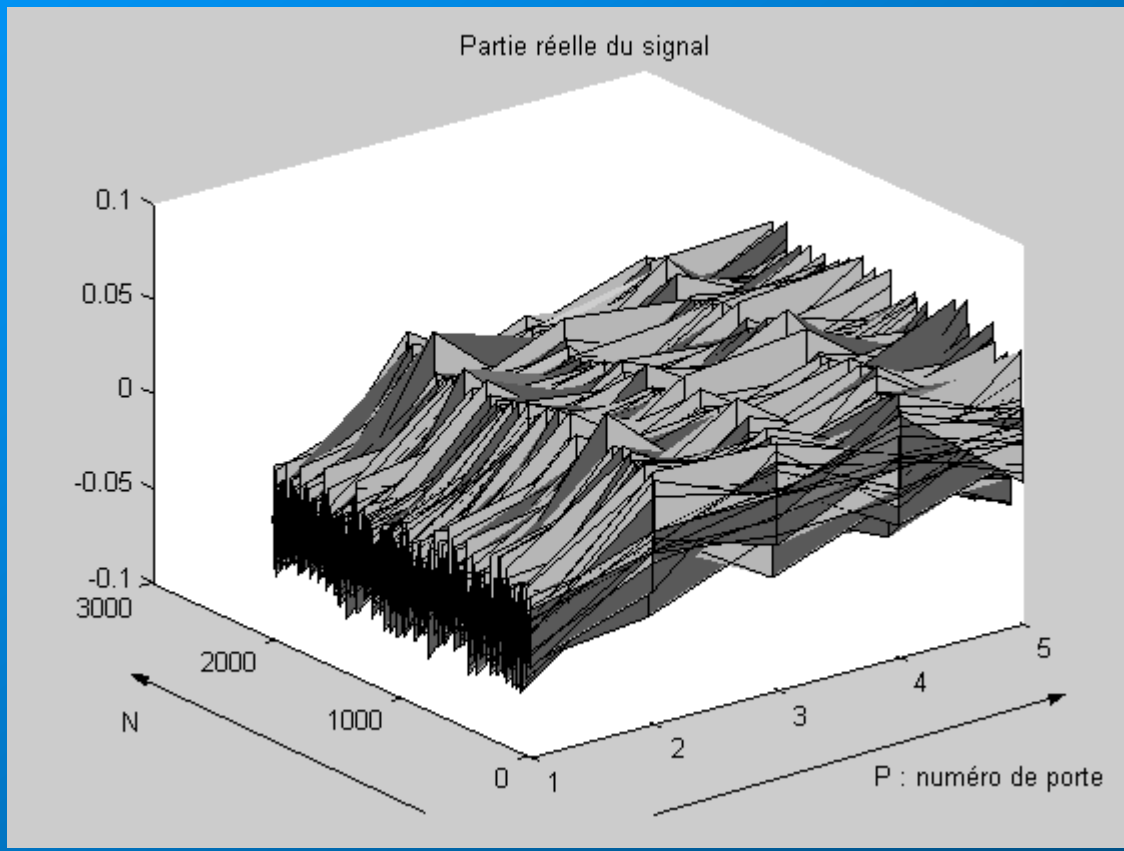
- Vitesse relative dans la direction du faisceau obtenue par la mesure de la fréquence

Doppler $f_d = 2f_0 \frac{v}{c}$

Extraction des échos

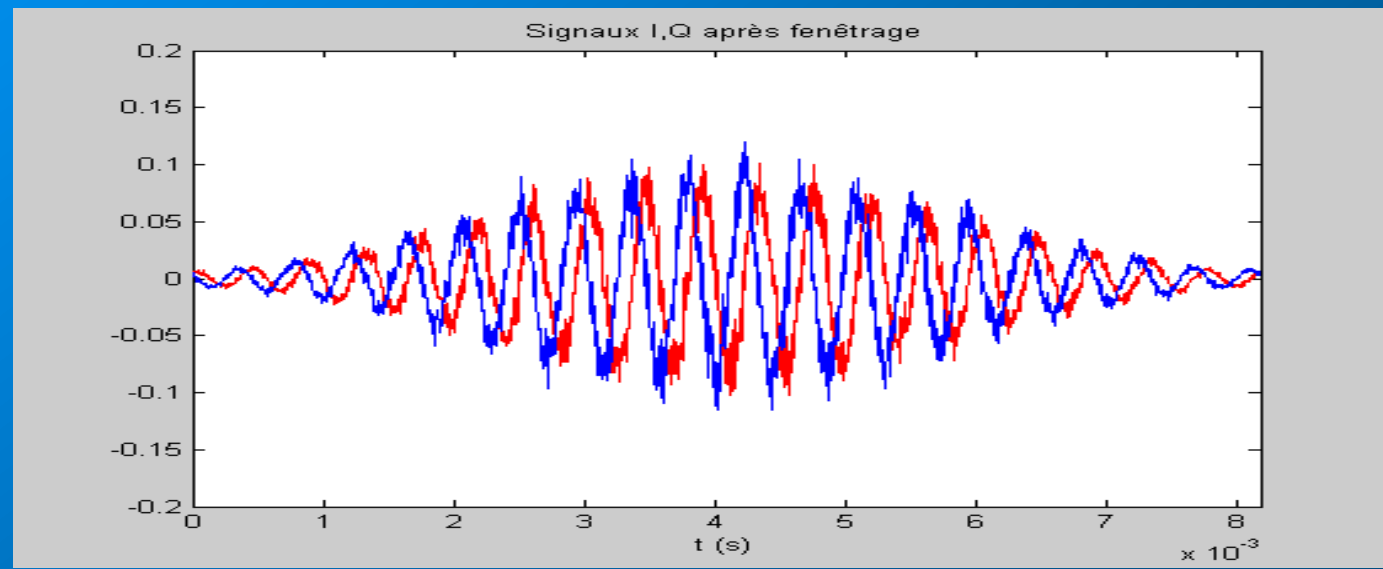
- Acquisition des données
 - Tableau bi-dimensionnel du signal complexe $I+jQ$: $P \times N$ (Nombre de porte \times Nombre de répétition de l'impulsion d'émission).
 - Durée d'une acquisition : $N \times$ période de répétition exemple :
 - $2048 \times 4 \mu\text{s} \sim 8 \text{ ms}$
 - Taille du buffer : $P \times N \times 2 \times 2$ octets exemple :
 - $5 \times 2048 \times 4 \sim 40 \text{ ko}$

Extraction des échos



Extraction des échos

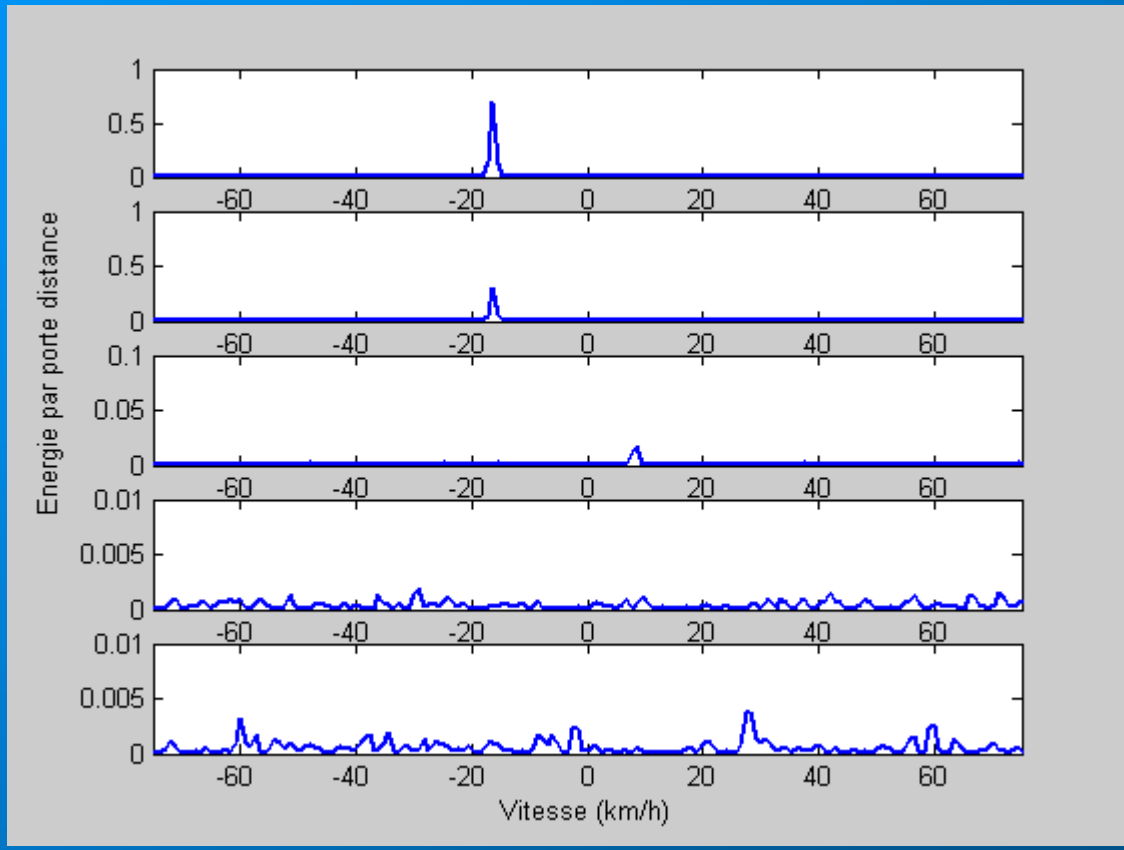
- Mise en forme des données
 - Fenêtrage temporel pour limiter les effets des transitions brusques
 - Suppression de la composante continue



Extraction des échos

- Calcul de l'énergie
 - Evaluation de la densité spectrale de puissance par calcul de la transformée de Fourier par porte distance.
 - L'énergie normalisée en fonction de la fréquence est prise égale à l'amplitude de la densité spectrale.

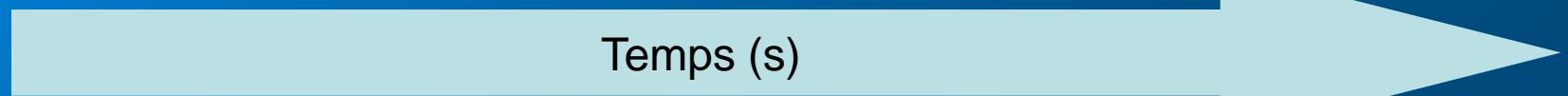
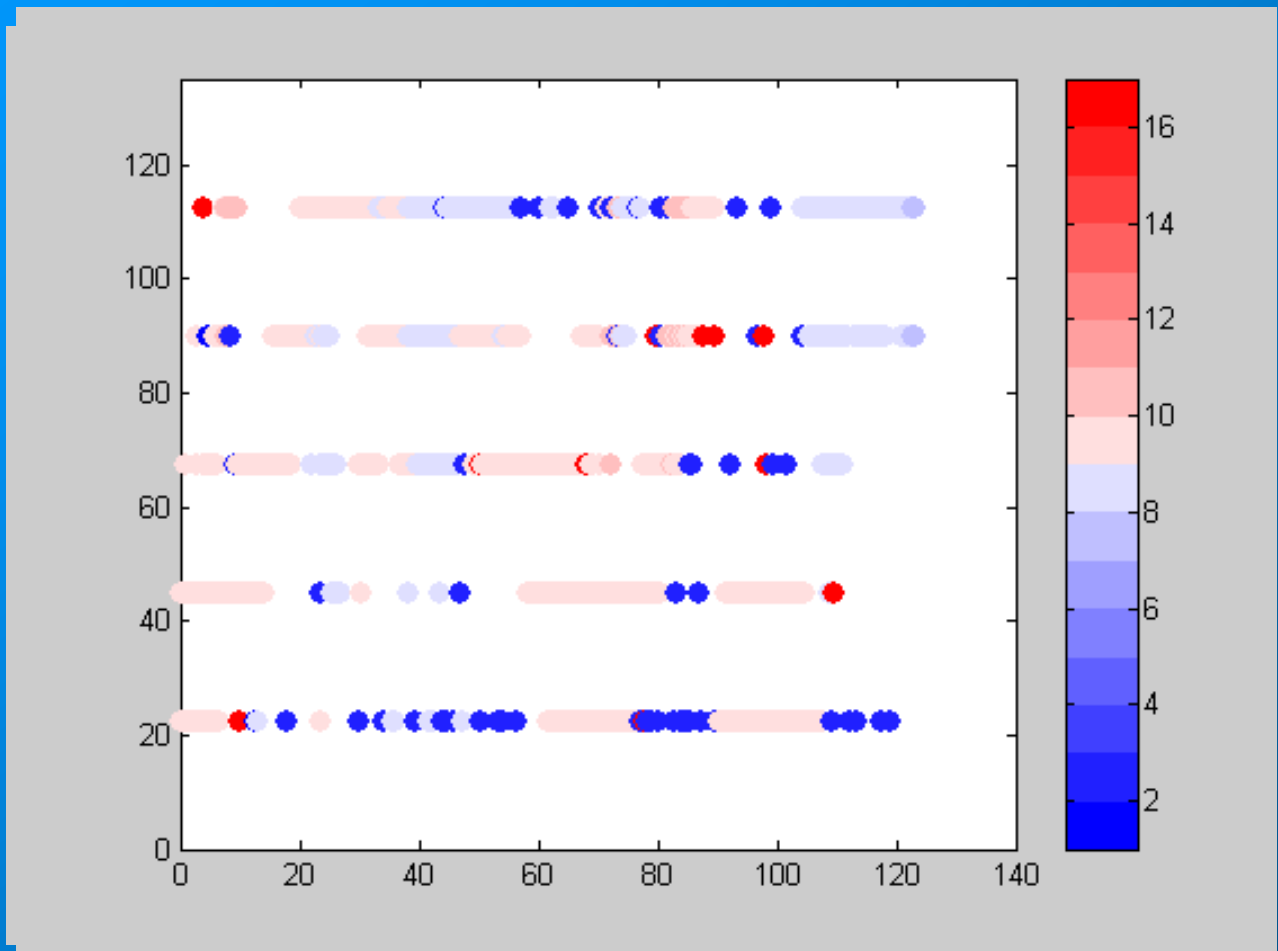
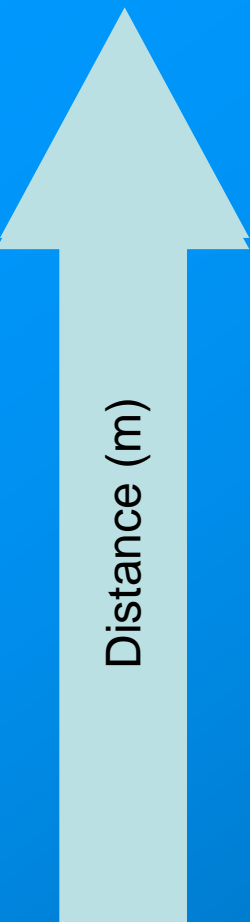
Extraction des échos



Extraction des échos

- Recherche des échos
 - Un écho correspond à une énergie supérieure à un seuil.
 - Le seuil est obtenu par apprentissage.
 - Une segmentation binaire du signal Energie permet de localiser en fréquence (vitesse) et distance les échos.

Extraction des échos



Visualisation des résultats

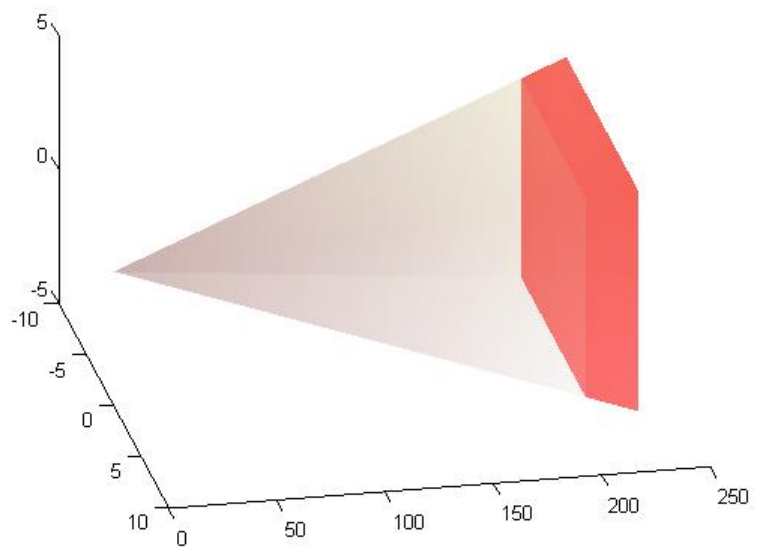
- Consiste à superposer les données Radar sur l'image Vidéo
- Intérêt :
 - Visualisation directe de la pertinence des échos détectés
 - Facilite la mise au point
- Principe :
 - Projection du faisceau Radar dans le plan image
 - Nécessite un calibrage, indispensable par ailleurs pour la fusion Radar/Caméra

Visualisation des résultats

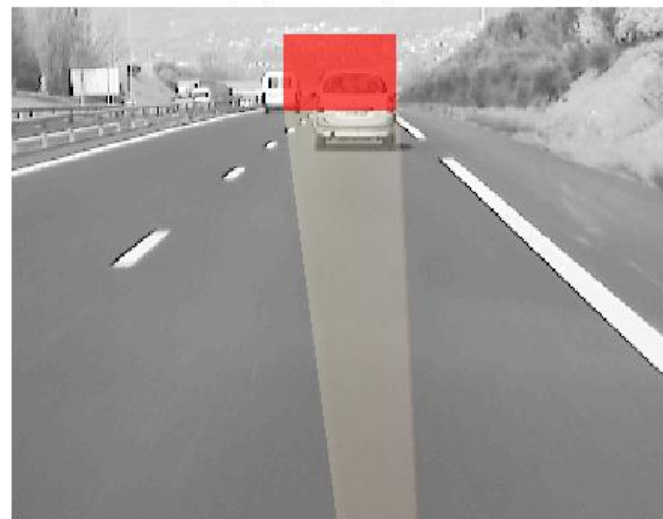


Matrice de passage Radar/Caméra






Faisceau radar vue 3D porte 9 : 180 à 202,5 m



Faisceau radar projection 2D porte 9 : 180 à 202,5 m



Résultats

- Croisement  Clip vidéo
- Virage  Clip vidéo
- Insertion  Clip vidéo
- Piéton  Clip vidéo
- Situation autoroute  Clip vidéo