

Etude des interactions opto hyperfréquences à l'échelle nanométrique

Mots clés :

- **Directeur de thèse** : Aziz BENLARBI-DELAÏ
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire d'électronique et d'électromagnétisme
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

Résumé du projet de recherche (Langue 1)

Sujet de thèse Face à l'augmentation des débits, des bandes passantes et des fréquences d'échantillonnage mais aussi à la réduction de la puissance consommée, la voie vers des composants, circuits et systèmes de dimension nanométrique, est ouverte et se révèle extrêmement prometteuse. Cette réduction drastique des dimensions autorise naturellement une grande intégration des fonctions électroniques et permet d'apporter des solutions innovantes et autrement plus performantes. Elle soulève cependant de nombreux défis qui concernent, par exemple, le caractère localisé des événements ou des phénomènes, le caractère multi-échelle associé à la chaîne qui relie le nano composant à l'application macroscopique, mais aussi le manque d'outils de conception électrique et électromagnétique à l'échelle nanométrique. Toutefois, le passage de l'échelle microscopique à l'échelle nanoscopique privilégie fortement les effets de surface sur les effets de volume et présente, à ce titre, un avantage pour les dispositifs, opérant dans la gamme des longueurs d'ondes optiques, où siègent des résonances collectives d'électrons (plasmons de surface). Cette nouvelle approche s'inscrit dans le champ émergent de la convergence de la photonique et de l'électronique où la propagation sub longueur d'onde optique (sans diffraction) permet, via des modes de propagations de type plasmonique, une intégration poussée des fonctions photoniques. Des performances en termes de temps de réponse adressent les applications ultra large bande ou très haut débit, les performances en terme de résolution spatiale (liée à des vecteurs d'ondes de grande amplitude) adressent les applications en imagerie. Associée aux techniques de fluorescence la propagation plasmonique adresse particulièrement l'imagerie biologique. Pour élaborer les schémas directeurs des solutions innovantes induites par l'exploitation des plasmons de surface, un premier travail de modélisation physique des interactions photon-électrons opérées à la surface d'une nano structure RF passives sera conduit. Validé par les réalisations technologiques ce travail permet ensuite de dimensionner les briques de base d'une nouvelle ingénierie plasmonique. Le sujet de thèse proposé consiste donc à concevoir, réaliser et caractériser une nanostructure RF ou THz siège de résonance plasmons. Une première phase de nature bibliographique permet d'établir l'état de l'art dans le domaine des plasmons de surface et les différentes applications associées. La deuxième phase traite de la modélisation fine, d'un point de vue physique, des interactions photon-électrons opérées à la surface d'une nanostructure RF et d'étudier les différents modes de propagation électromagnétique dont elle est le siège. Cette étude se fera sur une nanostructure simple composée d'une fine couche de métal prise en sandwich entre deux milieux diélectriques (milieu incident et milieu émergent) A l'issue de cette étude (analytique et numérique), la mise en évidence d'oscillations plasmon sera conduite en analysant les courbes de réflectivité ainsi que le diagramme de dispersion d'une telle structure. Des simulations prenant en compte les paramètres électromagnétiques et dimensions des différents milieux seront conduites afin d'évaluer l'impact de ces paramètres sur les réponses en réflectivité et en diagramme de dispersion et d'optimiser le dimensionnement de la structure test. . Cette première étude théorique est validée expérimentalement suite à la réalisation en salle blanche de la structure test et à sa caractérisation. A ce titre un banc de caractérisation spécifique sera montée pour réaliser une série de mesures dont le dépouillement permettra d'affiner les modèles élaborés. Afin de tenir compte des dispersions technologiques et éventuellement d'en exploiter ou d'en accentuer les effets, l'étude d'une couche métallique nanorangeuse sera conduite et son impact sur la résonance plasmon établie. Les effets positifs d'une telle surface peuvent se manifester à des niveaux très localisés par une exaltation du champ EM. Cette étude se fera en deux temps. Dans un premier temps la nanorangeuse est modélisée par une structure périodique, puis dans un second temps par un profil aléatoire La dernière partie de l'étude concerne l'intégration, dans la structure test, d'un guide d'onde diélectrique dont un des modes pourrait être excité par l'onde évanescente liée aux oscillations plasmons. Cette façon d'opérer permet d'extraire vers le milieu émergent les informations contenues dans cette résonance. Mots-clés : nano structure RF, plasmons de surface, ondes couplées, couplage opto-hyperfréquence, photonique, THz Compétences du candidat : (opto-électronique, électromagnétisme des ondes couplées, espace réciproque, physique des matériaux, expérience salle blanche)

Résumé du projet de recherche (Langue 2)

Excitation des plasmons en THz et en RF Proposer des solutions innovantes induisant une nouvelle ingénierie plasmonique pour espérer des gains importants de performances Aspects expérimentaux aux échelles nanométriques