

## Résumé

La lumière polarisée est généralement considérée comme une valeur ajoutée et est souvent utilisée pour améliorer l'observation de scènes et d'échantillons, grâce à différents processus d'optimisation. Cependant, il existe un certain nombre de situations où la polarisation de la lumière est pénalisante, et pour lesquelles il est majeur que la lumière polarisée soit transformée en lumière non polarisée. Pour illustration, de nombreuses applications spatiales nécessitent des détecteurs embarqués pour analyser les flux optiques provenant de la Terre ou de l'environnement. Ces flux sont collectés après avoir été diffusés et réfléchis par les différents éléments rencontrés, qui peuvent partiellement polariser la lumière étudiée. Cette dépolarisation n'est pas prédictible car elle dépend fortement des milieux traversés (nuages d'eau ou de poussières, atmosphère...) alors qu'elle influe fortement sur l'étalonnage des instruments.

Bien que l'on puisse facilement transformer l'état de polarisation de la lumière en un autre état arbitraire, ou passer d'une lumière non polarisée à une lumière polarisée, la situation inverse qui consiste à dépolariser une lumière est moins fréquente et s'accompagne souvent de pertes optiques et d'une réduction de la cohérence spatiale ou temporelle. Par conséquent, différents types de dispositifs et de systèmes ont été conçus et construits pour atteindre cette fonction de dépolarisation. Néanmoins les systèmes utilisés à l'heure actuelle conduisent à des pertes conséquentes d'énergie ou à une division du faisceau considéré. Par ailleurs, ces systèmes fonctionnent en général en transmission et ne sont pas intégrables. Enfin, ils ne proposent pas un contrôle spectral du degré de polarisation.

Dans cette thèse, nous proposons une technique alternative originale s'appuyant sur le principe de dépolarisation spatiale (eu égard à la dépolarisation temporelle). Elle requiert un composant de type multicouche optique présentant un gradient transverse de propriétés optiques. Nous montrons dans quelles conditions ce gradient vient satisfaire à une condition de dépolarisation spatiale, sans créer de perte d'énergie. Cette étape de synthèse tient compte simultanément des variations spatiales et spectrales des propriétés optiques du filtre.

Ces conditions sont ensuite affinées pour minimiser les effets de diffraction du faisceau dépolarisé. Un compromis est recherché entre la valeur du gradient spatial du filtre, et la vitesse de variation spectrale de son déphasage polarimétrique. Les résultats obtenus sont remarquables et la technique est étendue pour proposer des dépolariseurs spéculaires fonctionnant en large bande ou en bande étroite.

Les composants sont enfin fabriqués par des technologies de dépôt sous vide. Un procédé spécifique est utilisé pour atteindre le gradient spatial recherché. La métrologie que nous avons mise en œuvre révèle un excellent accord avec les prédictions théoriques, à la fois pour la dépolarisation et la diffraction sur un large domaine spectral.

De façon générale, ces travaux ont permis de concevoir, réaliser et caractériser de nouveaux composants entièrement originaux permettant le contrôle spectral du degré de polarisation de la lumière. Ces composants peuvent être miniaturisés et s'insèrent dans le contexte des micro-nano-technologies.

## Abstract

Polarized light is generally considered as an added value and is often used to improve the viewing of scenes and samples through various optimization processes. However, there are a number of situations where the polarization of the light is penalizing, and for which it is important that the polarized light is transformed into unpolarized light. For example, many space applications require embedded sensors to analyze optical flux from the Earth or the environment. These fluxes are collected after being scattered and reflected by the different elements encountered, which can partially polarize the light studied. This depolarization is not predictable because it strongly depends on the environments encountered (water clouds, dust, atmosphere ...) whereas it strongly influences the calibration of the instruments.

Although the polarization state of light can be easily transformed into another arbitrary state, or from unpolarized light to polarized light, the reverse situation of depolarizing light is less common and is often accompanied by optical losses and a reduction in spatial or temporal coherence. As a result, different types of devices and systems have been designed and manufactured to achieve this depolarization function. Nevertheless, the systems currently used lead to substantial losses of energy or to a division of the beam considered. In addition, these systems generally operate in transmission and are not integrable. Finally, they do not offer a spectral control of the degree of polarization.

In this thesis, we propose an original alternative technique based on the principle of spatial depolarization. It requires an optical multilayer type component having a transverse gradient of optical properties. We show under which conditions this gradient satisfies a spatial depolarization condition, without creating energy losses. This synthesis step simultaneously takes into account the spatial and spectral variations of the optical properties of the filter.

These conditions are then refined to minimize the diffraction effects of the depolarized beam. A compromise is sought between the value of the spatial gradient of the filter, and the spectral variation speed of its polarimetric phase shift. The results obtained are remarkable and the technique is extended to provide specular depolarizers operating in broadband or narrowband.

The components are finally manufactured by vacuum deposition technologies. A specific method is used to reach the desired spatial gradient. The metrology that we have implemented reveals an excellent agreement with the theoretical predictions, both for depolarization and diffraction over a wide spectral range.

In a general way, these works made possible the design, the realization and the characterization new entirely original components allowing the spectral control of the degree of polarization of the light. These components can be miniaturized and fit into the context of micro-nanotechnologies.