

## Introduction

Les matériels numériques communicants prennent une place de plus en plus prépondérante dans notre vie. Dans ces dispositifs, la gestion de l'énergie électrique est une problématique cruciale. Pour un téléphone cellulaire muni d'une batterie rechargeable par son utilisateur, on cherche à minimiser la consommation énergétique afin de maximiser la durée d'autonomie entre deux recharges. Mais bon nombre de matériels et en particulier les systèmes embarqués de nouvelle génération comme les nœuds de capteur sans fil limitent, voire interdisent, les interventions humaines. Cela concerne notamment les capteurs inaccessibles qui sont en zone hostile ou ceux déployés en trop grand nombre. Ces systèmes électroniques fonctionnent grâce à une petite réserve d'énergie, sous forme de batterie ou/et de super-condensateur qui s'auto-alimente en continu à partir d'une source d'énergie renouvelable.

Cette technologie bien connue sous le nom anglais *Energy Harvesting* définit donc le procédé qui consiste à générer de l'électricité par conversion d'une autre forme d'énergie en utilisant un principe physique connu tel que la piézo-électricité, la thermo-électricité, etc. On peut donc maintenant concevoir avec cette technologie, des systèmes sans fil autonomes avec une durée de vie de plusieurs années, voire dizaines d'années, durée uniquement contrainte par la longévité des constituants matériels. Elle va devenir un atout incontournable pour le développement des applications informatiques embarquées, civiles (médecine, protection de l'environnement, etc.) et militaires (surveillance de zones ennemies, matériel embarqué sur le fantassin, etc.).

Ces petits systèmes autonomes intègrent des logiciels soumis à des contraintes d'exécution en temps réel. En effet, ils traitent et transmettent des informations sur des liaisons sans fil, en particulier des données physiques issues de capteurs, dans des délais bornés. L'ordonnancement des différentes activités sur le processeur dans le respect de ces contraintes temporelles est la problématique centrale de tout système informatique temps réel. Pendant plus de quatre décennies, la recherche scientifique a principalement apporté des solutions d'ordonnancement pour des architectures matérielles sans limitation énergétique. Il reste donc aujourd'hui un certain nombre de ruptures scientifiques et technologiques dont il faut s'affranchir pour rendre un système temps réel entièrement autonome sur le plan énergétique. En particulier, la question de l'ordonnancement doit être revisitée pour tenir compte de cette contrainte additionnelle liée à la limitation et à la variabilité de l'énergie d'alimentation.

Ce livre traite de la problématique associée à l'ordonnancement temps réel dans les systèmes embarqués à récupération d'énergie renouvelable. Il peut servir de support à un cours sur ce sujet dans les programmes de licence et master. Il fournit aussi une aide pour les ingénieurs et scientifiques travaillant à la conception et au développement logiciel d'objets connectés. Bon nombre de ceux-ci ont un fonctionnement temps réel. Ils requièrent des solutions d'ordonnancement spécifiques pour faire face tant aux limitations en temps qu'à celles en énergie.