



**HAL**  
open science

## **Consommation d'énergie dans les systèmes de contrôle d'accès : simulations et paramétrages**

Mohamad Oussayran, Jean-Yves Baudais, Jean-Christophe Prévotet, Fabienne  
Nouvel, Ali Maiga

### ► **To cite this version:**

Mohamad Oussayran, Jean-Yves Baudais, Jean-Christophe Prévotet, Fabienne Nouvel, Ali Maiga. Consommation d'énergie dans les systèmes de contrôle d'accès : simulations et paramétrages. Colloque du GDR-SOC2, Jun 2021, Rennes, France. <hal-03251354>

**HAL Id: hal-03251354**

**<https://hal.science/hal-03251354v1>**

Submitted on 7 Jun 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Consommation d'énergie dans les systèmes de contrôle d'accès : simulations et paramétrages

M. Oussayran, A. Maiga  
FDI MATELEC  
49300 Cholet, France  
moussayran@fdimatelec.com

J.-Y. Baudais, J.-C. Prévotet, F. Nouvel  
Univ Rennes, INSA Rennes, CNRS, IETR-UMR 6164  
Campus Beaulieu, 35000 Rennes, France

## Résumé

*Dans le but de répondre aux exigences réglementaires de réduction de la consommation dans le secteur résidentiel, un système de contrôle d'accès est étudié et modélisé avec le logiciel de simulation de réseau OMNet++. Dans ce contexte, la réalisation d'un système à faible consommation d'énergie est une tâche complexe en raison de la consommation d'énergie des nœuds répartie sur les différentes couches protocolaires du modèle OSI (Open Systems Interconnection) et sur les composants électroniques embarqués. Afin de valider le système modélisé, on calcule la consommation d'énergie du circuit dédié à la transmission et à la réception des données, ainsi que la consommation au niveau de la couche application. Dans le but de réduire la consommation d'un tel système, plusieurs solutions sont étudiées dont une solution logicielle de modification du protocole de communication.*

**Mots-clés**— Contrôle d'accès, consommation d'énergie, réseau filaire, CSMA/CD, Polling par identifiant.

## 1 Introduction

De nos jours, il existe des réglementations qui encouragent à l'économie d'énergie et à l'optimisation de la consommation énergétique, ce qui nécessite la maîtrise de la consommation, de la gestion des ressources d'énergie et de la récupération des pertes d'énergie sous formes exploitables. D'après les statistiques publiées par le ministre de l'environnement et de l'énergie [1], le secteur résidentiel est le deuxième secteur le plus consommateur en énergie après le secteur des transports. Une nouvelle réglementation environnementale (RE2020) des bâtiments neufs a été prévue par la loi ÉLAN (Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique), avec une entrée en vigueur à partir du 1er janvier 2021. Cette loi a pour enjeu de diminuer significativement les émissions du carbone des bâtiments ainsi que de produire de l'énergie en autonomie par panneaux solaire, etc. En effet, la consommation dans le secteur résidentiel est divisée en deux parties : privative et commune. L'énergie consommée par un système de contrôle d'accès fait partie de la consommation de la partie commune. Cette consommation est non négligeable par rapport à la consommation totale d'où l'importance de sa réduction. Les systèmes de contrôle d'accès qui sont conçus et développés par FDI MATELEC [2] contiennent les nœuds suivants : un nœud central, un lecteur et une platine. Ces nœuds forment un réseau

de contrôle d'accès et communiquent entre eux à travers un bus propriétaire de FDI MATELEC connu sous le nom B2F.

Dans cet article, l'étude se fait avec un réseau de contrôle d'accès qui contient le nœud central et un lecteur. Actuellement, la communication entre ces nœuds du réseau filaire est basée sur le protocole *polling* où le nœud central est le nœud maître et le lecteur est l'esclave. Il existe des simulateurs de réseau de niveau paquet comme NS3, OMNet++, qui servent à modéliser la communication. OMNeT++ a été choisi pour implémenter le réseau d'un système contrôle d'accès [3]. Chaque nœud est modélisé avec ses propres couches protocolaires (application, MAC et PHY). Les couches application et MAC modélisent les micro-contrôleurs (MCU) des nœuds, tandis que la couche physique modélise le circuit du bus B2F intégré dans chaque nœud. Les consommations des MCU et du circuit B2F sont intégrées dans le logiciel afin d'étudier la consommation de chaque nœud. Les valeurs de la consommation ont été mesurées avec des cartes électroniques spécialement conçues pour les mesures de consommation.

Dans la suite de cet article, on présente une étude de cas d'un système de contrôle d'accès dans la section 2, ainsi que les différentes solutions envisageables pour réduire la consommation. Cette section 2 décrit brièvement le développement du protocole CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection*) et ses paramètres associés. La section 3 présente le scénario des simulations et les résultats obtenus pour chacun des protocoles de communication étudiés.

## 2 Le réseau de contrôle d'accès

Le réseau filaire utilisé pour le contrôle d'accès avec un bus B2F est basé sur une communication bidirectionnelle et *half-duplex*. Le protocole *polling* par identifiant est le protocole de communication actuel. Le nœud central démarre la communication avec le lecteur puis avec la platine après un délai de 40 ms. Dans ce cas, le nœud central a pour rôle d'interroger les nœuds esclaves et de traiter les données reçues. À chaque interrogation par le nœud central, le lecteur transmet le résultat obtenu après la vérification de la présence d'un badge à sa proximité par le biais de son module RFID (*radio frequency identification*). En cas de présence d'un badge, les données lues dans le badge sont transmises au nœud central. Avec cette communication permanente et périodique, les nœuds sont toujours en mode actif.

Après une analyse détaillée des consommations, on observe que le circuit B2F et le MCU sont les principales sources de consommation d'énergie du système étudié. En effet, cette consommation est liée à la communication permanente sur le bus B2F. D'où l'intérêt de concevoir un système qui communique lorsque cela est nécessaire. Diverses solutions envisageables avec

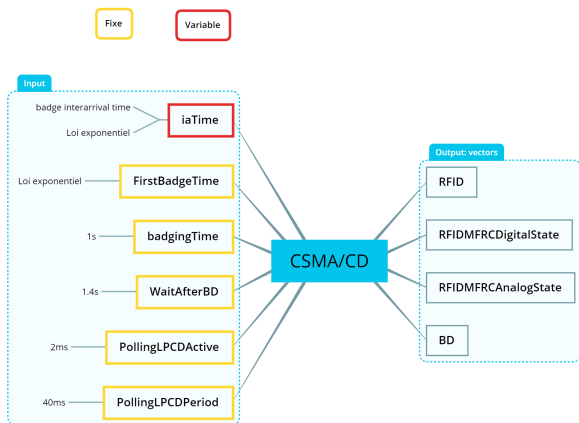


FIGURE 1 – Paramètres d’entrée et de sortie du module RFID implémenté dans le nœud lecteur.

les gains escomptés sont analysées afin de choisir la meilleure solution. Cette solution attendue consiste à mettre en place un protocole dans le but de limiter la communication entre les nœuds et de passer les nœuds non sollicités en mode veille.

## 2.1 Étude de cas

D’après les études d’usage, le nombre moyen d’accès par jour est environ de 240 avec le système de contrôle d’accès étudié. Idéalement et avec le protocole *polling*, il faudrait limiter à 240 interrogations du lecteur par le nœud central. Les accès étant aléatoires, il est impossible de déterminer le moment où le lecteur doit être interrogé. Il est alors préférable d’utiliser un protocole avec des accès aléatoires sur le bus.

## 2.2 Protocole CSMA/CD

Avec le protocole CSMA/CD [4], chaque nœud a le droit de communiquer librement sans être contrôlé par un nœud central comme avec le protocole *polling*. L’avantage du CSMA/CD par rapport au *polling* est que les communications inutiles sont évitées et, par conséquent, les consommations moyennes des circuits B2F et des MCU seront fortement réduites. De même, les MCU sont capables de passer en veille et de se réveiller par des interruptions externes. Le même réseau de contrôle d’accès est implémenté sur OMNet++ avec le protocole de communication CSMA/CD. Les consommations d’énergies sont intégrées dans les nœuds pour comparer les consommations énergétiques.

Les deux protocoles développés sous OMNet++ contiennent des paramètres d’entrée et de sortie. Les paramètres d’entrée spécifiés pour chaque couche impactent la performance du réseau d’un point de vue du délai, de la consommation, etc. La figure 1 illustre les paramètres renseignés pour le module RFID. D’autres paramètres comme le débit de communication, le temps de génération et de traitement des trames, ainsi que la longueur des trames transmises sont affectés à la couche application des nœuds.

## 3 Résultats

Le scénario proposé est un réseau qui contient un nœud central connecté à un lecteur à travers le bus B2F. Le paramètre de distance entre les nœuds est renseigné pour modéliser le délai lié à la

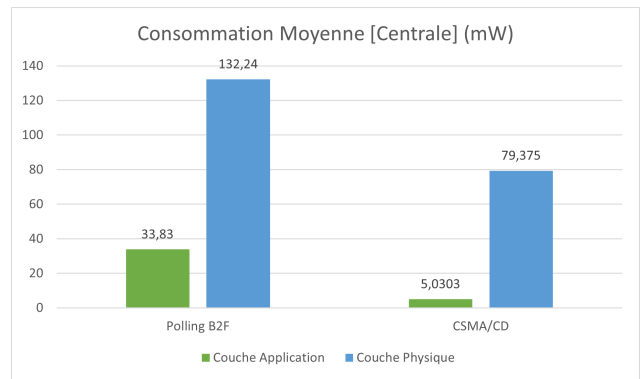


FIGURE 2 – Consommation d’énergie par le nœud central.

vitesse de propagation du signal dans le bus. Le temps de simulation pour chaque protocole est de 2 heures, où la consommation du MCU et du circuit B2F de chaque nœud est considérée.

Pour évaluer la consommation, les différents paramètres évoqués antérieurement sont intégrés, ainsi que l’utilisation de la technique de mise en veille des composants électroniques embarqués dans les nœuds. La figure 2 donne un exemple de résultats obtenus avec les deux protocoles pour le nœud central.

La consommation de la couche application affichée à la figure 2 montre une réduction de plus de 80 % avec le protocole CSMA/CD par rapport au protocole *polling* par identifiant. De même, la consommation de la couche PHY du circuit B2F est réduite de 40 % avec le protocole CSMA/CD. Cette réduction est liée à la suppression des communications inutiles provenant du protocole *polling*.

## 4 Conclusion

Cet article présente un système de contrôle d’accès développé par FDI MATELEC dans le but d’étudier les sources de consommation d’énergie, puis de proposer des solutions en vue de réduire la consommation globale du système. L’implémentation du protocole CSMA/CD avec ses paramètres associés montre une réduction significative de la consommation du système.

## Références

- [1] Ministère de la transition écologique, “Chiffres clés de l’énergie,” (2020). [accédé le 14/5/2021] [https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/datalab\\_70\\_chiffres\\_cles\\_energie\\_edition\\_2020\\_septembre2020.pdf](https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2020-09/datalab_70_chiffres_cles_energie_edition_2020_septembre2020.pdf)
- [2] FDI MATELEC, “L’innovation au service du contrôle d’accès,” (2020). [accédé le 14/5/2021] <https://www.fdimatelec.com/>
- [3] M. Bakni, L. Manuel, M. Chacón, Y. Cardinale, G. Terrasson, and O. Curea, “WSN Simulators Evaluation: An Approach Focusing on Energy awareness,” *International journal of wireless & mobile networks*, vol. 11, no. 6, pp. 1–20, janv. 2020.
- [4] S. Silakari, P. K. Shukla, U. Nigam, and A. Garg, “Adaptive CSMA/CD: An improved MAC protocol,” in *Proceedings of the American Conference on Applied Mathematics*, Stevens Point, Wisconsin, United States, mars 2008, pp. 427–430.