



La Revue 3EI
publication trimestrielle
de la SEE

SOCIÉTÉ de l'ÉLECTRICITÉ, de l'ÉLECTRONIQUE et des TECHNOLOGIES de l'INFORMATION et de la COMMUNICATION.

17, rue de l'Amiral Hamelin, 75116 PARIS
Tél : 01 56 90 37 17
site web : www.see.asso.fr

SEE, association reconnue d'utilité publique par le décret du 7 décembre 1886
Siret 785 393 232 00042, APE 9412 Z, n° d'identification FR 44 785 393 232

3EI : Enseigner l'Électrotechnique et l'Électronique Industrielle

<p>La Revue 3EI, Édition SEE, 17 rue de l'Amiral Hamelin 75116 PARIS</p> <p>Directeur de la publication François GERIN Président de la SEE</p> <p>Rédacteur en Chef Franck LE GALL</p> <p>Adresser les propositions d'article à : revue3ei@gmail.com</p> <p>Communication : Mme. Mélisande DE LASSENCE Communication1@see.asso.fr 01 56 90 37 17</p> <p>Promotion et Abonnements : (4 numéros par an) Janvier, Avril, Juillet, Octobre. Tél : 01 56 90 37 17 abo@see.asso.fr</p> <p>Tarifs 2022 :</p> <p>Version PAPIER : France et UE (TTC) 40 € Pays hors UE (HT) 49,18 €</p> <p>Version NUMÉRIQUE : France et UE (TTC) 30 € Pays hors UE (HT) 29,38 €</p> <p>Version DUO (Papier+Num.) : France et UE (TTC) 50 € Pays hors UE (HT) 58,97 €</p> <p>Impression : JOUVE 53100 Mayenne 11 bd de Sébastopol - 75027 Paris Cédex 1 - Tel : 01 44 76 54 40 Couv : O.P. : All. – TFR : 0 – C. : PEFC Corp. : O.P. : Esp. – TFR : 0 – C. : PEFC</p> <p>Dépôt Légal : Janvier 2022 Commission Paritaire 1217 G 78028 ISSN 1252-770X</p>	<p style="text-align: right;">Sommaire du n° 107</p> <p>Numéro spécial : Quel futur pour le réseau électrique ?</p> <p>p. 2 <i>Éditorial,</i></p> <p>Thème : Quel futur pour le réseau électrique ?</p> <p>p. 3 <i>La transition énergétique au cœur d'une transition sociétale soutenable : le scénario négaWatt 2022</i> <i>Association négaWatt</i></p> <p>p. 13 <i>Éléments d'analyse pour une stratégie de déploiement et d'intégration des énergies renouvelables électriques en France</i> <i>Andreas Rüdingen</i></p> <p>p. 23 <i>« Futurs énergétiques 2050 » les scénarii de RTE en 2021</i></p> <p>p. 40 <i>Programme de R&D et d'Innovation d'Enedis</i></p> <p>Hors Thème :</p> <p>p. 47 <i>Réseaux de transmission</i> <i>J. Courault</i></p> <p>p. 60 <i>De qui la transformation de Laplace est-elle le nom ?</i> <i>Aurélien Gautreau & Pascal Raini & Norbert Verdier</i></p> <p>p. 63 <i>La transformation de Laplace dans les mathématiques pour l'ingénieur</i> <i>Aurélien Gautreau & Pascal Raini & Norbert Verdier</i></p> <p>p. 68 <i>Quelques exemples d'applications actuelles de la Transformée de Laplace en Génie Électrique</i> <i>Aurélien Gautreau & Pascal Raini & Norbert Verdier</i></p> <p>p. 70 <i>Commande en temps réel d'un hacheur quatre quadrants sous Matlab/Simulink et Arduino.</i> <i>L.Benbaouche, B.Amghar</i></p>
---	---

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente édition, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées. Toutefois des copies peuvent être utilisées avec l'autorisation de l'éditeur. Celle-ci pourra être obtenue auprès du Centre Français du Droit de Copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris, auquel la Revue 3EI a donné mandat pour la représenter auprès des utilisateurs. (loi du 11 mars 1957, art.40 et 41 et Code Pénal art. 425).

Numéro 107 de la revue 3EI

Les récents rapports du GIEC, de NègaWatt et de RTE publiés en 2021 ont fait la une des journaux et lancé le débat sur les choix énergétiques qui devront être faits dans les prochaines décennies. A leur lecture, il apparaît évident que l'électricité devra jouer un rôle de plus en plus important pour assurer la décarbonation de notre société. Nous vous proposons donc de vous plonger dans ces analyses prospectives à l'aide de textes synthétisant ces travaux. Nous espérons que ce dossier vous offrira un panorama complet des différentes solutions envisagées par les acteurs du réseau électrique français.

« Thème : Quel futur pour le réseau électrique ? »

Le thème s'ouvre avec l'article de l'association NègaWatt qui a rendu public son 5^{ème} scénario de transition énergétique pour la France métropolitaine en octobre 2021. Les auteurs, membres de l'association y décrivent un scénario qui englobe l'ensemble des secteurs énergétiques de la France métropolitaine et intègre une forte relocalisation industrielle. Grâce à une démarche importante de sobriété, à l'exploitation de tous les leviers possibles d'efficacité énergétique, il atteint ces objectifs avec un mix énergétique à 96 % renouvelable, tout en réduisant fortement l'extraction de matières premières dans la croûte terrestre.

Dans son article, M. Rudinger de l'IDDRI analyse les stratégies de déploiement des énergies renouvelables en France. L'intégration massive des sources renouvelables intermittentes qui sont mises en avant dans différents scénarios soulève en effet un certain nombre d'actions d'adaptation et de transformation tant techniques, économiques que réglementaires.

Le troisième article du thème rédigé par le comité de rédaction de la revue 3EI est une synthèse du document « Futurs énergétiques 2050 - Principaux résultats » publié en fin 2021 par RTE. Leur étude de très grande ampleur sur l'évolution du système électrique intitulée « Futurs énergétiques 2050 » a vocation à éclairer le débat puis la décision publique sur le fondement de données scientifiques documentées, discutées et transparentes.

Les scénarios envisagés induisent des évolutions importantes du réseau électrique. Le dernier article du thème décrit les axes qui structurent le programme de R&D d'Enedis afin de transformer la gestion des systèmes de distribution, faciliter la transition énergétique et s'adapter aux besoins émergents des clients en proposant de nouveaux services.

« Hors Thème »

En complément du thème sur l'avenir du réseau électrique, M. Courault nous offre un article sur les réseaux permettant de comprendre les interactions entre production et transport. Il introduit aussi les FACTS qui dans le contexte de la montée en puissance des énergies renouvelables, sera sûrement d'une certaine importance dans le futur...

C'est à la lecture du numéro spécial de la revue 3EI sur André-Marie Ampère, que MM. A. Gautreau, P. Raini et N. Verdier ont eu l'idée de proposer un dossier sur un autre grand scientifique bien connu en Génie Electrique : Pierre Simon Marquis de Laplace. C'est donc trois articles que nous proposons les collègues sur les aspects biographiques, l'histoire de la transformation de Laplace et des exemples d'applications au GE.

Nous clôturons ce numéro de janvier avec un article de MM. L. Benbaouche et B. Amghar qui enseignent à l'ESTP. Ils y détaillent la mise en œuvre d'une commande en temps réel d'un hacheur quatre quadrants par la technique de modulation de largeur d'impulsions (MLI) sous Matlab/Simulink et Arduino. Une belle idée de projet à mener avec des étudiants.

Le Comité de Publication de la Revue 3EI

Faites connaître notre revue
Vous en assurez la pérennité

La Revue 3EI

Comité de publication

Morgan ALMANZA

Hamid BEN AHMED

Arnaud BRUGIER

Jacques COURAULT

Jean FAUCHER

Gilles FELD

Jean Michel GAY

Jean-Philippe ILARY

Anthony JUTON

Chérif LAROUCI

Marie-Michèle LE BIHAN

Franck LE GALL

Denis LABROUSSE

Pascal LOOS

Marc PETIT

Sylvain PIETRANICO

Oviglio SALA

Jean-François SERGENT

Jean-Claude VANNIER