

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة غرداية

Université de Ghardaïa



كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم الآلية والكهروميكانيك

Département d'automatique et électromécanique

Mémoire de fin d'étude, en vue de l'obtention du diplôme

Licence professionnelle

Domaine : Sciences et technologies,

Filière : Energies renouvelables

Spécialité : Energies renouvelables et environnement

Thème

Les effets des courants élevés sur les systèmes électriques

Présenté par :

Abderrazak CHERGUI

Soutenu publiquement le 21/05/2025

Devant le jury composé de :

CHERIF Salah	MCB	Université de Ghardaïa	Président
HAMADA Assia	MAA	Université de Ghardaïa	Encadreur
BELAGHIT Abdelhakem	MCB	Université de Ghardaïa	Examineur

Année universitaire 2024/2025

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A mon cher Père PHD Moussa et

A ma chère Mère Wahiba

A mes chers Frères et Abdessamed et Qussai

A ma chère sœur Wissal

A mes chères et fidèles amies à toute la promotion énergies renouvelables et environnement 2024-2025.

Abderrazek

Remerciements

Je saisi cette opportunité pour remercier en premier lieu mon encadreur Dr HAMADA Assia, pour tout ce qu'elle a fait pour moi, en me conseillant, en m'aidant et en m'assistant le long du chemin de ce projet de fin d'études.

Je tiens tout d'abord à remercier le directeur de la société de distribution de l'électricité et du gaz de l'ouest, mascara et particulièrement Mr HACENE DAOUADJI MED pour m'avoir fait confiance. Et Mr SAHARAOUI pour l'écoute et l'accompagnement dont j'ai bénéficié m'ont permis de trouver rapidement un stage, dans le but d'affinerons projet professionnel et d'obtenir d'un stage pratique en fin études.

Je souhaiterais remercier tout particulièrement Mr KALBOUZA et tous les équipes de la société de distribution de l'électricité et du gaz de l'ouest- unité de MASCARA, qui m'a épaulé et conseillé et qui m'a surtout transmis son expertise dans le domaine de tous branchement et secours des empannes d'électricités. Ainsi que son équipe, de la filière de TIGHENNIF.

Mes remerciements s'adressent également aux messieurs les membres de jury, pour l'intérêt qu'ils ont montré en acceptant de lire et d'examiner ce modeste travail.

Madame monsieur les jurys d'avoir accepté et fait l'honneur d'examiner et juger ce travail.

Un grand merci à tous les enseignants du département automatique et électromécanique des procédés, qui n'ont pas cessé un instant à contribuer à la bonne marche de ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

ABDERRAZEK

Résumé

Les effets des courants de défaut dans les systèmes électriques, qu'ils soient thermiques, mécaniques, électroniques ou systémiques, représentent un enjeu critique pour la fiabilité et la sécurité des infrastructures modernes. L'échauffement des conducteurs et les risques de fusion mettent en lumière la nécessité de concevoir des dispositifs de protection adaptés, capables de limiter les surintensités et d'éviter la dégradation matérielle. Parallèlement, les forces électrodynamiques et les vibrations induites soulignent l'importance d'une conception mécanique robuste, intégrant des matériaux résistants et des systèmes de fixation capables de résister aux contraintes dynamiques.

Sur le plan électronique, la sensibilité des semi-conducteurs et des circuits aux perturbations transitoires exige une approche préventive, combinant isolation électrique, filtrage efficace et technologies de blindage. Enfin, l'impact sur la stabilité du réseau, marqué par les fluctuations de tension et les risques de blackout, rappelle que la gestion des défauts doit s'inscrire dans une vision systémique, intégrant des mécanismes de régulation rapide et des protocoles de secours coordonnés.

Ces défis multidisciplinaires appellent à une collaboration entre ingénierie électrique, science des matériaux et technologies numériques. Une meilleure compréhension des phénomènes transitoires, couplée à des innovations en matière de détection et de mitigation, est essentielle pour renforcer la résilience des réseaux face aux aléas croissants, qu'ils soient techniques, environnementaux ou opérationnels. Ainsi, la sécurisation des systèmes électriques demeure un pilier central pour garantir une transition énergétique durable et une société dépendante de l'électricité.

Mots clés : courant élevé, effets, systèmes électriques.

ملخص:

تمثل تأثيرات التيارات العالية في الأنظمة الكهربائية، سواء كانت حرارية أو ميكانيكية أو إلكترونية أو نظامية، تحدياً جوهرياً لموثوقية وأمان البنى التحتية الحديثة. يُبرز احتراق الموصلات ومخاطر الانصهار الحاجة إلى تصميم أجهزة حماية مُتخصّصة قادرة على الحد من التيارات الزائدة ومنع التدهور المادي. في الوقت ذاته، تُؤكّد القوى الكهروميكانيكية والاهتزازات الناتجة على أهمية التصميم الميكانيكي المُثبّن، الذي يدمج مواداً مقاومة وأنظمة تثبيت قادرة على تحمّل الضغوط الديناميكية.

على الصعيد الإلكتروني، تستلزم حساسية أشباه الموصلات والدوائر تجاه الاضطرابات العابرة نهجاً وقائياً يجمع بين العزل الكهربائي، والترشيح الفعال، وتقنيات التدريع. أخيراً، يُذكَر تأثير الأعطال على استقرار الشبكة، المتمثل في تقلبات الجهد ومخاطر انقطاع التيار الكهربائي، بأن إدارة الأعطال يجب أن تكون جزءاً من رؤية شمولية تشمل آليات تنظيم سريعة وبروتوكولات طوارئ مُنسّقة.

تتطلب هذه التحديات متعددة التخصصات تعاوناً بين هندسة الكهرباء، وعلم المواد، والتقنيات الرقمية. يُعتبر الفهم الأعمق للظواهر العابرة، إلى جانب الابتكارات في الكشف والتخفيف، أمراً حاسماً لتعزيز مرونة الشبكات في مواجهة المخاطر المتزايدة، سواء كانت فنية أو بيئية أو تشغيلية. وبذلك، تظل تأمين الأنظمة الكهربائية ركيزة أساسية لضمان تحوّل طاقتنا مستدام ومجتمع يعتمد على الكهرباء.

كلمات مفتاحية: التيار العالي، تأثيرات، الأنظمة الكهربائية.

Abstract:

The effects of high currents in electrical systems—whether thermal, mechanical, electronic, or systemic—represent a fundamental challenge to the reliability and safety of modern infrastructure. The burning of conductors and the risks of melting highlight the need for specialized protection devices capable of limiting excess currents and preventing material degradation. At the same time, electromechanical forces and resulting vibrations emphasize the importance of robust mechanical design, incorporating resistant materials and mounting systems capable of withstanding dynamic stresses.

On the electronic level, the sensitivity of semiconductors and circuits to transient disturbances requires a preventive approach that combines electrical insulation, effective filtering, and shielding techniques. Finally, the impact of faults on grid stability—manifested in voltage fluctuations and the risk of power outage reminds us that fault management must be part of a comprehensive strategy, including rapid regulation mechanisms and coordinated emergency protocols.

These multidisciplinary challenges call for collaboration among electrical engineering, materials science, and digital technologies. A deeper understanding of transient phenomena, along with innovations in detection and mitigation, is crucial to enhancing grid resilience against increasing risks—whether technical, environmental, or operational. Thus, securing electrical systems remains a cornerstone for ensuring a sustainable energy transition and an electricity-dependent society.

Keywords: High current, effects, electrical systems.

Table des matières

Dédicace	2
Remerciements	i
Résumé	ii
Table des matières	iv
Liste des figures.....	vi
Liste des tableaux	vii
1. Introduction	9
2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes	11
2.1 Introduction.....	11
2.2 Le courant et le circuit électrique.....	11
2.3 Les systèmes électriques :.....	11
2.4 Types de systèmes électriques et leurs applications :.....	12
2.5 Résistance électrique du corps humain :.....	12
2.6 Causes et conséquences des courants élevés	14
2.7 Prévention des courts-circuits et respect des normes de sécurité	15
2.8 Mise à jour des normes de sécurité.....	16
2.9 Conclusion	17
3. Les Effets du Courant Électriques.....	18
3.2 L’effet Joule ou effet calorifique	19
3.4 Effets magnétiques du courant électrique	22
3.5 Danger d’électrocution	22
3.6 Conclusion	24
4. Études de Cas : Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz (SADEG) de l’Ouest Mascara.....	25

4.1 Introduction.....	25
4.2 Types de défauts simulés et résultats	26
4.2.a Court-circuit monophasé (phase a).....	26
4.2.b Court-circuit biphasé (phases a et b)	27
4.2.c Court-circuit triphasé (phases a, b et c)	27
4.3 Analyse et interprétation des résultats	28
5. Conclusions	31
Bibliographies.....	32

Liste des figures

Figure 2-1: Effets respiratoires et circulatoires du courant électrique (AC/DC).....	14
Figure 3-1: Organigramme des effets du courant électrique	18
Figure 3-2: Un filament élevé à très haute température émet de la lumière [9]	19
Figure 3-3: Conducteur adapter	20
Figure 3-4: Représentation Simple d'une Anode et d'une Cathode [9]	21
Figure 3-5: Réactions Effets magnétiques [10]	22
Figure 4-1 : Le schéma global de réseau étudié	26
Figure 4-2: Courant dans la barre B1 – Court-circuit monophasé.	26
Figure 4-3: Courant dans la barre B1 – Court-circuit biphasé.	27
Figure 4-4: Courant dans la barre B1 – Court-circuit triphasé	28

Liste des tableaux

Tableau 2-1: Présentation des principales normes utilisées [5]	15
Tableau 3-1 : Correspondance entre la section des conducteurs et les calibres des dispositifs de protection.....	20
Tableau 4-1: Intensité des courants de court-circuit selon le type de défaut simulé.....	28

Liste des abréviations

BT	Basse Tension
CRT	Anciens moniteurs à tube cathodique
HT	Haute Tension
MT	Moyenne Tension
SADEG	Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz
THT	Très Haute Tension

1. Introduction

Les courants électriques peuvent avoir divers effets sur les systèmes électriques, allant de l'efficacité des machines à des risques potentiels pour la sécurité. Voici un aperçu des principaux effets des courants sur ces systèmes.

Les courants électriques peuvent entraîner des «pertes d'énergie» dans les machines électriques, comme les moteurs et les transformateurs. Ces pertes réduisent leur rendement, et une «augmentation excessive de la température» peut endommager le matériel. Par exemple, les câbles peuvent se détériorer en cas de surcharge, ce qui peut provoquer des incendies.

Le contact avec des courants électriques peut également présenter des «risques graves pour la santé humaine». Un courant supérieur à 10 milliampères «mA» peut provoquer des spasmes musculaires violents, amplifiant les effets du choc sur le corps. De plus, des situations comme la chute d'une ligne électrique peuvent introduire un courant dans le sol, créant des tensions électriques qui peuvent être dangereuses».

En résumé, les courants électriques ont des effets significatifs sur les systèmes électriques, affectant à la fois leur performance et la sécurité des utilisateurs. Il est crucial de prendre des mesures préventives pour minimiser ces risques et optimiser l'efficacité des machines.

Contexte : Les systèmes électriques sont une partie essentielle de l'infrastructure moderne, jouant un rôle important dans la stabilité et l'efficacité de ces systèmes.

Problématique : La recherche vise à étudier l'impact des courants élevés sur la stabilité et l'efficacité des systèmes électriques.

Objectifs : Analyser les effets des courants élevés, identifier les risques potentiels et proposer des solutions appropriées.

Notre mémoire a été divisé en quatre chapitres dans un chapitre pour des figures sont particulièrement comme suit :

Dans le Chapitre 1 a été divisé pour des définitions, et introduire pour des Définitions de base : inclure les courants élevés, les systèmes électriques, les surcharges. Et dans le Chapitre 2 nous avons bien pris connaissance des Analyse des effets de courants élevés, Expérience montrant les effets thermiques, magnétiques et chimiques du courant électrique.

Si nous fermons l'interrupteur, le courant se manifeste par trois effets.

Apparemment Les effets du courant d'électricité distinguent souvent trois effets :

1. L'effet Joule ou effet calorifique
2. L'effet chimique
3. L'effet magnétique

1. Introduction

Inclure les connecteurs chauffants et l'augmentation du risque de fusion.

Monterons l'Impact sur la stabilité du réseau comprend les fluctuations de tension et l'augmentation du risque d'interruption.

Autrement le troisième chapitre destiné pour les différents figures et tableaux.

Ainsi au quatrième chapitre été pour m'en stage pratique comme une petite expérience d'une Études de cas dans une grande Société nationale de distribution d'électricité et de gaz. Avec des Cas réels comme exemples d'accidents causés par des courants forts et leurs effets.

Simulation : Fournir des résultats de simulation montrant les effets potentiels des courants élevés sur les systèmes électriques.

Solutions et recommandations : Recherche possible de solutions ou suggestion de quelques recommandations efficaces afin de rappeler les risques actuels élevés aux appareils électriques.

En finir nous avons bien sortie avec une bonne Conclusion sur une de trois conclure :

Résumé des résultats : Mettre l'accent sur les principaux impacts et les solutions proposées pour relever les défis actuels.

Effets : L'importance de la recherche pour améliorer la sécurité et l'efficacité des systèmes électriques.

Perspectives d'avenir : proposer de nouvelles orientations pour la recherche future dans ce domaine.

2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes

2.1 Introduction

Les effets des courants électriques sur les systèmes électriques sont variés et nécessitent une conception et une maintenance rigoureuses pour garantir la sécurité, la fiabilité et l'efficacité des installations. Des dispositifs de protection, des normes de conception et des pratiques de gestion de l'énergie sont essentiels pour atténuer ces effets.

2.2 Le courant et le circuit électrique

Le courant électrique est un déplacement d'électrons à travers un conducteur. Il est généré lorsqu'on place ce conducteur entre deux éléments ayant des charges opposées : l'un positif, l'autre négatif. Les électrons libres présents dans le conducteur sont alors attirés vers la charge positive, ce qui provoque un flux de courant électrique [1].

Un circuit électrique simple se compose généralement d'un générateur, d'un récepteur et de conducteurs les reliant. Le générateur (pile, accumulateur, dynamo, alternateur...) transforme une forme d'énergie (chimique, mécanique...) en énergie électrique. Le récepteur, quant à lui, convertit cette énergie électrique en une autre forme d'énergie selon son usage : mécanique (moteur), thermique (lampe à incandescence, radiateur), chimique (charge d'un accumulateur, électrolyse) [2].

Les conducteurs électriques, souvent en cuivre ou en aluminium, permettent la circulation du courant. Pour des usages spécifiques, ils peuvent être en argent ou recouverts d'or afin d'assurer une meilleure conductivité.

2.3 Les systèmes électriques :

Les systèmes électriques sont des ensembles de composants interconnectés conçus pour générer, transporter, distribuer et utiliser l'énergie électrique. Ils jouent un rôle essentiel dans les infrastructures modernes, alimentant les habitations, les industries et les technologies. La production d'électricité se fait principalement via des centrales thermiques, nucléaires, hydrauliques, éoliennes, solaires, et d'autres sources d'énergie, qui transforment des formes d'énergie telles que

2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes

mécanique, chimique ou lumineuse en électricité. Cette électricité est ensuite transportée à travers des réseaux haute tension (HT) et très haute tension (THT) via des lignes électriques, câbles et pylônes, avec des transformateurs permettant l'élévation ou l'abaissement de la tension pour minimiser les pertes [3]. La distribution se fait par des réseaux de moyenne et basse tension (MT/BT), et l'alimentation est fournie aux consommateurs, qu'ils soient particuliers ou entreprises, à travers des postes de distribution, disjoncteurs et sectionneurs. L'utilisation de l'électricité couvre des applications variées, allant des appareils électroménagers, moteurs et éclairage, aux systèmes industriels et transports électrifiés comme les trains et véhicules électriques. Enfin, la régulation et le contrôle de ces systèmes incluent des dispositifs de gestion intelligente (smart grids), des protections telles que les relais, fusibles et parafoudres, ainsi que des régulateurs de tension et de fréquence pour assurer la stabilité du réseau.

2.4 Types de systèmes électriques et leurs applications :

Les systèmes électriques peuvent être classés en plusieurs types. Les réseaux interconnectés sont constitués de plusieurs sources d'énergie reliées entre elles pour garantir la stabilité du système, comme c'est le cas pour les réseaux nationaux. À l'inverse, les systèmes isolés, tels que les micro-réseaux ou les installations autonomes, fonctionnent indépendamment, comme les panneaux solaires avec batterie. De plus, l'électricité peut être sous forme de courant continu (DC) ou alternatif (AC), ce dernier étant principalement utilisé pour le transport à longue distance en raison de ses avantages dans la réduction des pertes.

Les applications des systèmes électriques sont variées : dans le secteur résidentiel, ils assurent l'alimentation des foyers, tandis que dans le secteur industriel, ils alimentent des machines et la production. Ils jouent également un rôle clé dans les transports, en alimentant des moyens de transport tels que les métros, tramways et voitures électriques, ainsi que dans les télécommunications, où ils sont utilisés pour alimenter les centres de données.

2.5 Résistance électrique du corps humain :

La résistance électrique du corps humain varie en fonction de plusieurs facteurs, notamment l'état de la peau et son épaisseur. La peau constitue la principale barrière à la pénétration du courant, et sa résistance est influencée par son état, qu'elle soit sèche ou humide. En cas de peau sèche et fine, lorsque la tension dépasse environ 40 ou 50 volts, cette barrière isolante cède, et le courant augmente rapidement.

2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes

Les effets thermiques de l'électrocution peuvent se manifester même avec des intensités faibles, de l'ordre de 10 mA, si le contact est maintenu pendant quelques minutes. En outre, le courant peut provoquer des effets tétanisants. En présence de tension alternative, les muscles traversés par le courant se contractent. Par exemple, les mains peuvent se crispier involontairement sur les conducteurs, rendant impossible le retrait volontaire du sujet.

Les effets respiratoires et circulatoires peuvent être graves (voir la Figure 2.1). Si l'intensité du courant atteint 20 mA, la respiration peut être bloquée en 60 secondes en raison de la contraction du diaphragme et des muscles respiratoires, entraînant une asphyxie ou une syncope bleue. Une fibrillation ventriculaire peut survenir avec des intensités similaires, résultant de la contraction anarchique du muscle cardiaque, ce qui empêche le cœur de maintenir la circulation sanguine normale.

Le danger d'électrocution dépend de la quantité d'électricité traversant le corps et des organes touchés [4]. La quantité d'électricité est déterminée par la formule :

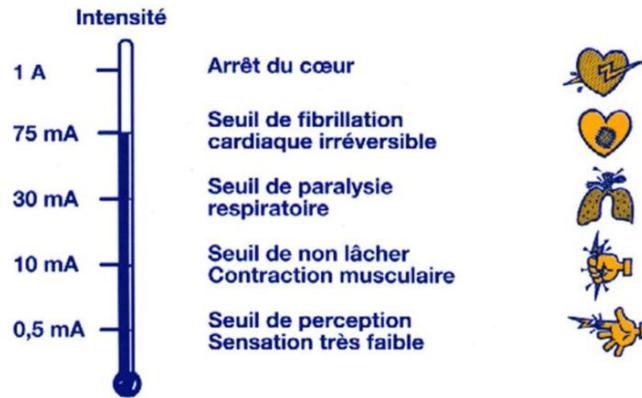
$Q = I \cdot t$, où Q est la quantité d'électricité en coulombs, I l'intensité en ampères et t la durée en secondes.

L'intensité qui provoque la contraction des muscles est généralement autour de 10 mA, une valeur faible, mais les conséquences dépendent de la durée de l'exposition. L'intensité est aussi influencée par la tension et la résistance des organes en contact, comme le stipule la loi

d'Ohm : $I = \frac{U}{R}$, où I est l'intensité en ampères, U est la tension en volts, et R est la résistance en ohms.

La résistance du corps humain varie en fonction de l'humidité de la peau. Elle peut être aussi faible que quelques centaines d'ohms si la peau est mouillée, et atteindre près d'un million d'ohms si la peau est sèche et épaisse. En courant alternatif, la résistance diminue avec la fréquence, mais cette diminution n'est pas perceptible pour la fréquence du courant de distribution, qui est de 50 Hz en Europe.

LES EFFETS DU COURANT ALTERNATIF



LES EFFETS DU COURANT CONTINU



Figure 2-1: Effets respiratoires et circulatoires du courant électrique (AC/DC)

2.6 Causes et conséquences des courants élevés

Les courants élevés dans les systèmes électriques peuvent être provoqués par plusieurs facteurs. Une surcharge de circuit survient lorsque la demande en courant dépasse la capacité des câbles ou des équipements [5]., comme lorsqu'on branche trop d'appareils sur une seule prise. Un court-circuit, quant à lui, se produit lorsque deux conducteurs en contact génèrent un courant excessif, ce qui peut endommager le matériel et déclencher un incendie. Des équipements défectueux, comme un disjoncteur ou un transformateur, peuvent aussi mal réguler le courant et provoquer des niveaux dangereux. De plus, certaines conditions environnementales telles que l'humidité, la chaleur ou la corrosion peuvent aggraver ces risques.

Les conséquences de ces courants élevés peuvent être très graves. Ils peuvent provoquer une surchauffe des câbles et des composants, entraînant des dommages matériels importants et des coûts élevés de réparation ou de remplacement. Le risque d'incendie est également majeur, car des câbles surchauffés peuvent enflammer les matériaux environnants. Sur le plan humain, des courants trop élevés peuvent causer des chocs électriques, parfois mortels, ou entraîner des

2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes

blessures graves. Enfin, ces anomalies peuvent aussi provoquer des coupures de courant, perturbant les activités domestiques, industrielles ou commerciales.

2.7 Prévention des courts-circuits et respect des normes de sécurité

Les courts-circuits représentent un danger majeur dans les systèmes électriques, pouvant entraîner des incendies, des pannes, ou des accidents graves. Pour les éviter, plusieurs mesures de prévention sont essentielles. Il faut d'abord s'assurer que toutes les installations respectent les normes de sécurité en vigueur. Cela passe par l'utilisation de câbles et d'équipements adaptés, ainsi que l'installation de dispositifs de protection comme les disjoncteurs différentiels et les fusibles, capables de couper le courant en cas d'anomalie.

Une maintenance régulière permet de détecter l'usure des câbles ou des composants et d'éviter les défauts pouvant causer un court-circuit. Il est aussi important d'éviter de surcharger les circuits, en utilisant des multiprises protégées et en respectant les capacités maximales des installations. L'humidité est également un facteur de risque: il faut protéger les zones sensibles avec du matériel étanche. Enfin, sensibiliser les utilisateurs aux bonnes pratiques et aux dangers de l'électricité est essentiel pour réduire les accidents.

Le respect des normes de sécurité permet d'encadrer toutes ces mesures. Elles sont mises à jour régulièrement pour suivre les évolutions techniques et garantir un haut niveau de protection. Le Tableau 2-1 ci-dessous présente les principales normes utilisées [5].

Tableau 2-1: Présentation des principales normes utilisées [5]

Norme	Domaine d'application
NF C 15-100	Installations électriques dans les bâtiments d'habitation (conception, installation, vérification).
NF C 14-100	Installations à basse tension (protection des personnes et des biens).
NF C 16-600	Locaux professionnels et industriels (sécurité des travailleurs).
CEI 60364	Norme internationale sur la sécurité des installations basse tension.
NF EN 62368-1	Sécurité des appareils électriques destinés au grand public.

Ces normes sont régulièrement mises à jour à travers un processus rigoureux impliquant des experts, des industriels et des institutions. Ce processus comprend l'évaluation des besoins, la

2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes

rédaction des modifications, leur validation, et leur diffusion. Des formations sont ensuite proposées pour accompagner les professionnels dans l'application des nouvelles exigences.

En appliquant ces mesures de prévention et en respectant les normes de sécurité, on peut considérablement réduire les risques de courts-circuits, assurer la fiabilité des installations, et protéger efficacement les personnes et les biens [6].

2.8 Mise à jour des normes de sécurité

Les normes de sécurité, notamment celles liées aux installations électriques, sont régulièrement mises à jour selon un processus structuré composé de plusieurs étapes clés :

- **Évaluation des besoins** : Les organismes de normalisation, à l'échelle nationale et internationale, analysent les normes existantes pour détecter les domaines nécessitant des améliorations. Cette évaluation est motivée par les évolutions technologiques, les changements dans les pratiques industrielles ou les retours d'incidents.
- **Consultation des parties prenantes** : Les mises à jour font l'objet de consultations avec différents acteurs : experts techniques, représentants gouvernementaux, professionnels du secteur, et utilisateurs finaux. Cette concertation permet de recueillir des avis et des propositions concrètes.
- **Rédaction des modifications** : Un comité technique élabore ensuite les modifications proposées, qui peuvent consister en des ajouts, suppressions ou ajustements des exigences existantes.
- **Validation et approbation** : Une fois rédigées, les modifications sont soumises à un vote ou une validation formelle par les membres des comités concernés, garantissant leur acceptation par la majorité.
- **Publication** : Après approbation, la nouvelle version de la norme est publiée et rendue disponible aux professionnels concernés. Sa diffusion peut être accompagnée de documents explicatifs.
- **Formation et sensibilisation** : Pour assurer une bonne adoption des nouvelles règles, des sessions de formation ou de sensibilisation peuvent être organisées à destination des professionnels, afin de les informer sur les changements et leur mise en œuvre.

Ce processus rigoureux garantit que les normes de sécurité restent à jour, pertinentes et adaptées aux nouvelles réalités techniques. Les révisions régulières jouent un rôle essentiel dans la

2. Notions Fondamentales en Électricité – Courant, Circuits et Systèmes

prévention des accidents et dans la protection des personnes et des biens contre les risques électriques.

2.9 Conclusion

Les courants électriques ont des effets significatifs sur les systèmes électriques, notamment à travers des effets calorifiques, magnétiques et chimiques. Comprendre ces effets est crucial pour concevoir des systèmes sûrs et efficaces, tout en minimisant les risques de défaillance ou de danger.

En résumé, les courants électriques ont des effets variés qui peuvent être à la fois utiles et dangereux. Il est crucial de comprendre ces effets pour assurer la sécurité et l'efficacité des systèmes électriques.

3. Les Effets du Courant Électriques

3.1 Introduction

Pour observer les effets du courant électrique, réalisons une expérience simple. Connectons en série, comme indiqué sur le schéma (voir figure 1), les éléments suivants : une lampe, une cuve à électrolyse, un interrupteur et un générateur. Plaçons également une boussole (aiguille aimantée) à proximité des conducteurs. (Remarque : le mélange d'eau et de soude agit comme un électrolyte).

Lorsque l'on ferme l'interrupteur, le courant électrique circule dans le circuit, et ses effets deviennent visibles. Cette expérience met en évidence les trois effets principaux du courant électrique [8] comme illustré dans la Figure 3.1 :

- L'effet thermique (ou effet Joule) : échauffement des conducteurs ou des récepteurs.
- L'effet chimique : réactions dans la cuve à électrolyse.
- L'effet magnétique : déviation de l'aiguille de la boussole.

Ces effets seront détaillés dans les sections suivantes.

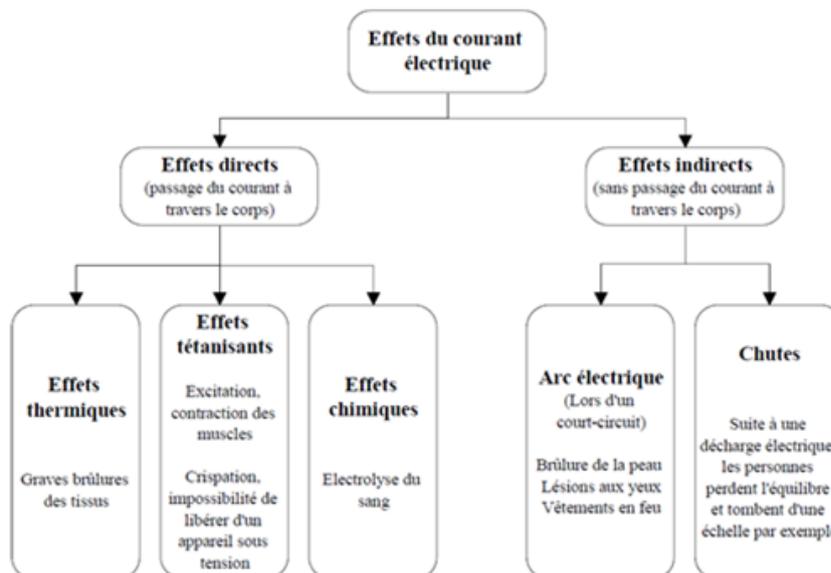


Figure 3-1: Organigramme des effets du courant électrique

3. Les Effets du Courant Électriques

3.2 L'effet Joule ou effet calorifique

L'effet Joule se manifeste lorsqu'un courant électrique traverse un conducteur.

Comme les conducteurs ne sont pas parfaitement conducteurs, ils offrent une résistance au passage du courant. Cette résistance provoque une dissipation d'énergie sous forme de chaleur.

De nombreux appareils de chauffage électrique exploitent cet effet calorifique, tels que le radiateur, le fer à repasser, le fer à souder, le grille-pain ou encore le sèche-cheveux (voir Figure 3-2). Ce principe est également à la base du fonctionnement de la lampe à incandescence, dont le filament porté à très haute température émet de la lumière [9].

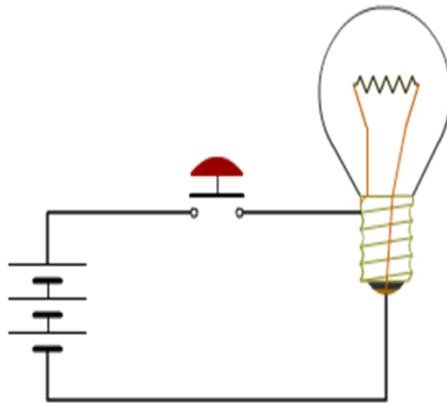


Figure 3-2: Un filament élevé à très haute température émet de la lumière [9]

Cependant, l'effet thermique est souvent indésirable car il entraîne des pertes d'énergie qui diminuent le rendement des machines électriques dont le rôle n'est pas de produire de la chaleur, comme les moteurs ou les transformateurs.

Une élévation excessive de la température peut aussi endommager les équipements, d'où l'importance de systèmes de ventilation, notamment dans les ordinateurs.

Les câbles, en cas de surcharge, peuvent se détériorer, provoquant des risques d'incendie. Il est donc essentiel que la section d'un conducteur soit adaptée à l'intensité du courant qu'il doit transporter (voir Figure 3-3).

3. Les Effets du Courant Électriques



Figure 3-3: Conducteur adapter

À ce titre, le Tableau 3-1 indique les fusibles ou disjoncteurs à utiliser en fonction de la section des conducteurs à protéger [9].

Tableau 3-1 : Correspondance entre la section des conducteurs et les calibres des dispositifs de protection

Section (mm ²)	Fusibles (A)	Disjoncteur (A)	Couleur
1,5	10	16	Orange
2,5	16	20	Gris
4	20	25	Bleu
6	32	4020	Brun
10	50	63	Vert
16	63	80	
35	100	125	

3. Les Effets du Courant Électriques

- **Puissance dissipée par effet Joule**

La puissance dissipée par une résistance se transforme entièrement en chaleur. Elle est calculée par la relation :

$P = R \times I^2$, Elle peut aussi être exprimée par : $P = U \times I$, avec $U = R \times I$ selon la loi d'Ohm.

La formule $P = R \times I^2$ résulte donc de la combinaison des deux équations précédentes.

3.3 Les effets chimiques du courant électrique

Le courant électrique agit sur les électrons situés à la périphérie des atomes, qui jouent aussi un rôle essentiel dans les liaisons chimiques. Il n'est donc pas surprenant que le courant puisse modifier les liaisons atomiques ou même être à l'origine de réactions chimiques [9] (voir Figure 3-4).

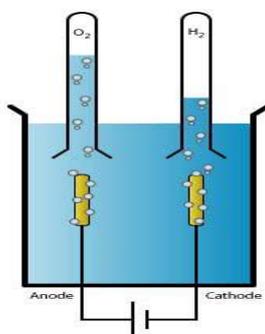


Figure 3-4: Représentation Simple d'une Anode et d'une Cathode [9]

- ❖ **L'électrolyse**

L'électrolyse est une application classique de ces effets électrochimiques. Un exemple souvent utilisé dans l'enseignement secondaire est l'électrolyse de l'eau, qui permet de séparer ses deux éléments constitutifs : deux atomes d'hydrogène et un atome d'oxygène.

- ❖ **La galvanoplastie**

La galvanoplastie est une autre application de l'électrolyse. Elle consiste à déposer une fine couche métallique sur un objet. Cette technique est utilisée pour recouvrir des objets avec du cuivre, du zinc, du chrome, du nickel ou de l'or.

- **Anode (électrode positive)** : métal à déposer
- **Électrolyte** : solution d'un sel de ce métal
- **Cathode (électrode négative)** : objet à recouvrir

Exemple : anode en cuivre, électrolyte = solution de sulfate de cuivre, cathode = objet à cuivrer.

- ❖ **Piles et accumulateurs**

3. Les Effets du Courant Électriques

Les piles et accumulateurs sont des dispositifs qui transforment l'énergie chimique en énergie électrique. Pour les accumulateurs, cette réaction est réversible, ce qui permet leur recharge.

3.4 Effets magnétiques du courant électrique

Lorsqu'une bobine est parcourue par un courant électrique, elle produit un champ magnétique. Ce phénomène est à la base du fonctionnement de nombreux dispositifs électromagnétiques. Par exemple, les moteurs électriques exploitent le champ généré pour produire un mouvement, tandis que les génératrices (comme les dynamos et alternateurs) fonctionnent à l'inverse : elles transforment une énergie mécanique en énergie électrique à partir des variations de champ magnétique [10] (voir la Figure 3-5).

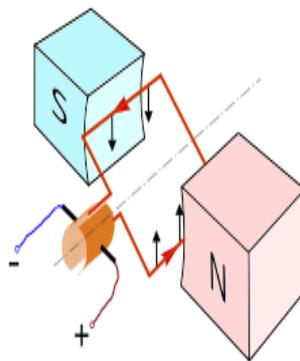


Figure 3-5: Réactions Effets magnétiques [10]

3.5 Danger d'électrocution

Le système nerveux humain fonctionne grâce à des signaux électriques qui commandent notamment la contraction des muscles. C'est pourquoi un courant électrique extérieur peut stimuler involontairement les muscles et provoquer des contractions violentes.

Ce phénomène est exploité dans certaines pratiques médicales comme la kinésithérapie, notamment pour la rééducation musculaire. Il est également utilisé dans des dispositifs de stimulation musculaire à des fins esthétiques ou de musculation passive.

Cependant, cette interaction entre le courant électrique et le corps humain peut être extrêmement dangereuse. En cas d'exposition à un courant de forte intensité ou mal contrôlé, les risques incluent :

3. Les Effets du Courant Électriques

- ❖ Des brûlures externes visibles,
- ❖ Des lésions internes, parfois invisibles et indolores, mais pouvant avoir de graves conséquences physiologiques,
- ❖ Voire un arrêt cardiaque dans les cas les plus graves [7].

3. Les Effets du Courant Électriques

3.6 Conclusion

Le danger lié au courant électrique dépend notamment des organes traversés. Par exemple, un courant qui passe par le thorax peut provoquer des fibrillations cardiaques, un arrêt cardiaque, ou un arrêt respiratoire. Dans de telles situations, des gestes de premiers secours comme la respiration artificielle ou le massage cardiaque peuvent permettre de sauver une victime en arrêt ventilatoire.

En pratique, on considère qu'il n'y a pas de danger en dessous de 24 volts.

Dans le domaine de l'informatique, cette valeur correspond à la plus grande différence de potentiel présente dans un PC — soit +12 V et -12 V. Par conséquent, aucun risque d'électrocution n'existe tant que l'on travaille à l'intérieur d'un ordinateur, à condition de ne pas ouvrir le bloc d'alimentation, qui, lui, est alimenté directement par le secteur à 230 V.

En revanche, il convient d'être extrêmement prudent avec :

- ❖ La tension secteur (230 V), ou même près de 400 V entre phases en triphasé,
- ❖ Les très hautes tensions, notamment celles des anciens moniteurs à tube cathodique (CRT), qui peuvent atteindre jusqu'à 25 000 V, même après extinction de l'appareil.

4. Études de Cas : Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz (SADEG) de l'Ouest Mascara

4.1 Introduction

Dans le cadre de cette étude, une approche pratique a été adoptée afin de mieux comprendre les effets des courants élevés provoqués par les défauts électriques dans un système de distribution. En particulier, il s'agit d'analyser les variations de courant lors de différents scénarios de court-circuit (monophasé, biphasé, triphasé) et d'en déduire leurs impacts sur le fonctionnement du réseau et le dimensionnement des protections.

Afin d'analyser les effets des courants élevés dus à des défauts électriques, un réseau électrique simplifié a été modélisé et simulé. Ce réseau est composé des éléments suivants :

- Un générateur
- Un transformateur
- Deux lignes de transmission (L1 et L2)
- Deux charges (CH1 et CH2)
- Trois jeux de barres (B1, B2 et B3)

La simulation a été effectuée sur une durée totale de 0,1 seconde, avec un défaut introduit entre 0,03 s et 0,06 s. Chaque scénario simule un type différent de court-circuit pour analyser la réponse du système.

4. Études de Cas : Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz (SADEG) de l'Ouest Mascara

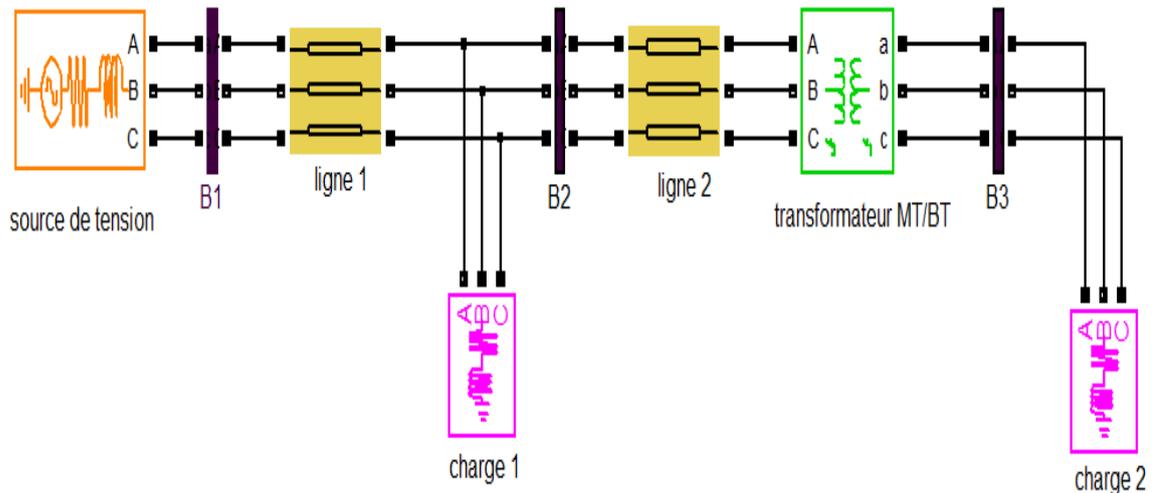


Figure 4-1 : Le schéma global de réseau étudié

4.2 Types de défauts simulés et résultats

4.2.a Court-circuit monophasé (phase a)

Dans ce cas, un court-circuit est appliqué uniquement sur la phase a, sur la période allant de 0,03 s à 0,06 s.

Le courant de défaut mesuré au niveau du jeu de barres B1 atteint environ 40 kA.

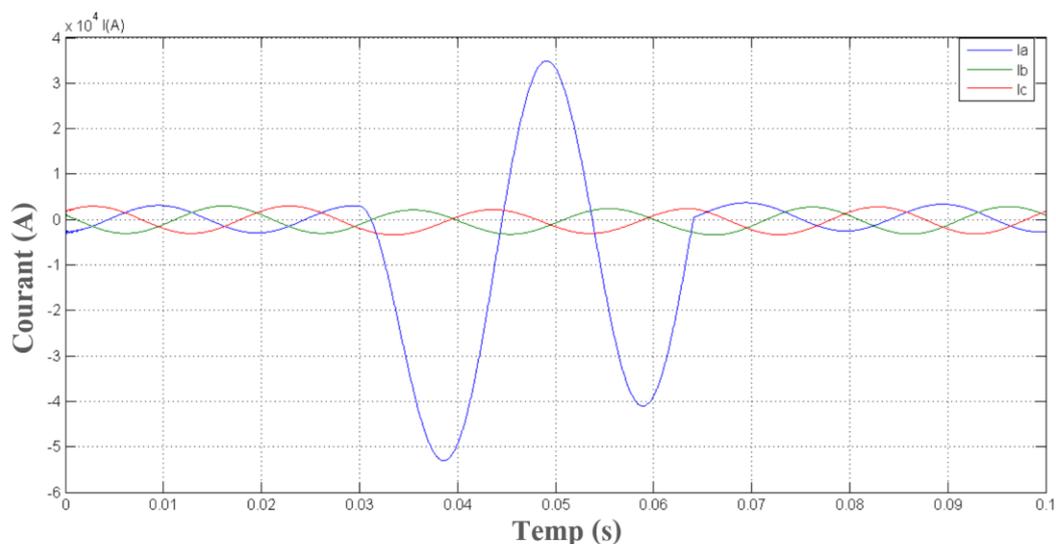


Figure 4-2: Courant dans la barre B1 – Court-circuit monophasé.

4.2.b Court-circuit biphasé (phases a et b)

Ce scénario simule un défaut entre les phases a et b, toujours sur l'intervalle 0,03 s à 0,06 s.

Le courant de court-circuit atteint environ 45 kA au niveau du jeu de barres B1.

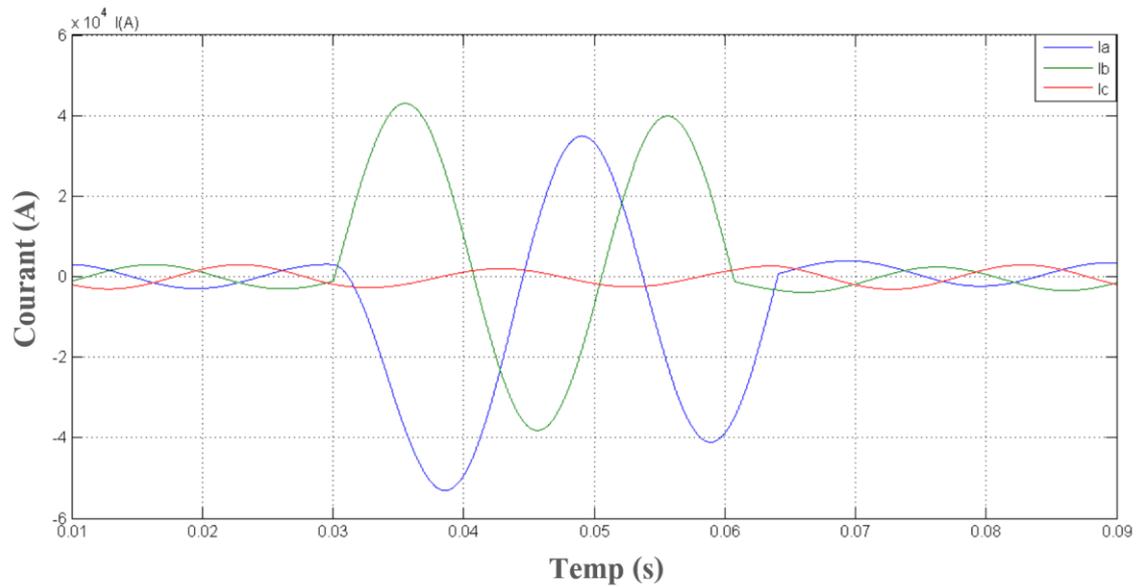


Figure 4-3: Courant dans la barre B1 – Court-circuit biphasé.

4.2.c Court-circuit triphasé (phases a, b et c)

Un défaut triphasé, impliquant simultanément les trois phases, est simulé sur la même durée.

Le courant de défaut maximal atteint environ 50 kA sur le jeu de barres B1.

4. Études de Cas : Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz (SADEG) de l'Ouest Mascara

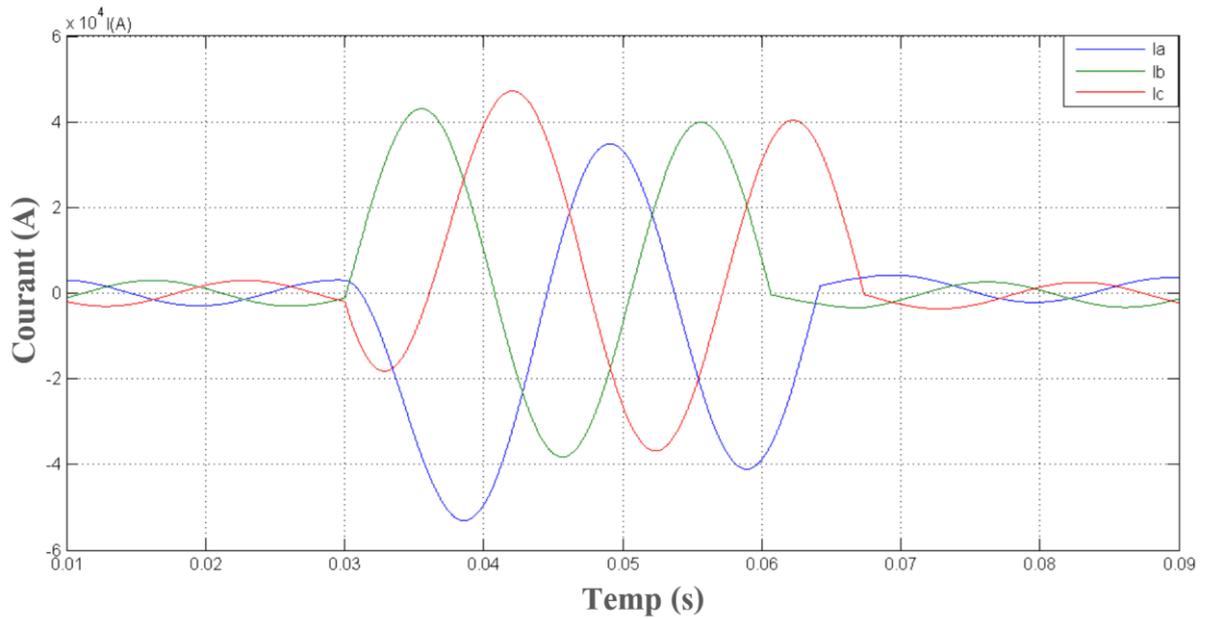


Figure 4-4: Courant dans la barre B1 – Court-circuit triphasé

4.3 Analyse et interprétation des résultats

L'analyse des résultats obtenus à travers les différentes simulations de court-circuit permet de mieux comprendre l'impact des défauts sur le comportement du réseau électrique, en particulier en ce qui concerne les valeurs maximales des courants de court-circuit et leur influence sur le dimensionnement des dispositifs de protection.

- Comparaison des types de défauts

Les valeurs maximales mesurées pour chaque type de défaut sont résumées dans le Tableau 4-1 ci-dessous :

Tableau 4-1: Intensité des courants de court-circuit selon le type de défaut simulé

Type de défaut	Intensité maximale du courant de court-circuit
Monophasé	40 kA
Biphasé	45 kA
Triphasé	50 kA

4. Études de Cas : Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz (SADEG) de l'Ouest Mascara

On constate que :

- ❖ Le court-circuit triphasé génère le courant le plus élevé. Il s'agit du défaut le plus sévère, car il implique simultanément les trois phases du réseau.
- ❖ Le court-circuit biphasé entraîne un courant intermédiaire, supérieur à celui du monophasé mais inférieur au triphasé.
- ❖ Le court-circuit monophasé, bien qu'il puisse être fréquent dans certaines installations, engendre le courant de défaut le moins intense parmi les trois.

Cette hiérarchisation des courants de défaut est logique, car le nombre de phases impliquées dans le court-circuit influence directement la quantité d'énergie injectée dans le défaut, et donc l'intensité du courant.

Les courants élevés dus aux défauts peuvent entraîner plusieurs effets néfastes sur le réseau électrique, notamment :

- Échauffement important des conducteurs et des équipements, risquant de dégrader les isolants ou de provoquer des incendies
- Déclenchement intempestif ou non sélectif des dispositifs de protection, ce qui peut perturber des zones non concernées par le défaut
- Détérioration ou destruction des équipements sensibles tels que transformateurs, disjoncteurs ou machines tournantes
- Perturbations de la tension (chutes brutales, fluctuations), pouvant nuire à la stabilité globale du réseau.

Ces risques justifient l'importance de calculer avec précision les courants de court-circuit lors de la conception des installations électriques, afin de choisir des équipements adaptés et de garantir la sécurité du réseau.

- Dimensionnement des dispositifs de protection

Les dispositifs de protection (notamment les disjoncteurs) doivent être dimensionnés pour supporter le cas le plus défavorable, c'est-à-dire le court-circuit triphasé. Le pouvoir de coupure nominal du disjoncteur doit toujours satisfaire la condition suivante :

4. Études de Cas : Société Algérienne de Distribution de l'Electricité et du Gaz (SADEG) de l'Ouest Mascara

$$I_{cu} \geq I_{ccmax}$$

Ou I_{ccmax} : représente le courant de défaut maximal attendu dans le réseau (dans ce cas :50 kA).

Un sous-dimensionnement entraînerait l'incapacité du disjoncteur à interrompre le courant de défaut, ce qui expose le réseau à des dommages irréversibles et à des risques pour la sécurité des personnes.

5. Conclusions

Ce mémoire a permis d'approfondir la compréhension des effets des courants élevés sur les réseaux électriques, en particulier ceux causés par les défauts de court-circuit. À travers une modélisation simplifiée et des simulations réalisées, nous avons pu analyser différents scénarios de défauts et observer la réponse du système en termes de courants de court-circuit.

Ce travail a été l'occasion d'appliquer les connaissances théoriques acquises pendant la formation, notamment en analyse de réseaux, protection électrique et simulation. Il a également permis de développer des compétences pratiques, comme l'utilisation d'outils de simulation et l'interprétation des résultats obtenus.

Les résultats montrent clairement que le courant de défaut varie selon le type de court-circuit (monophasé, biphasé ou triphasé), et que le court-circuit triphasé reste le plus sévère. Ces observations sont importantes pour le choix des équipements de protection, notamment les disjoncteurs, qui doivent être dimensionnés en fonction du courant de défaut maximal.

À l'avenir, il serait intéressant de poursuivre ce travail en approfondissant certains aspects comme la coordination de la protection ou l'analyse dynamique du réseau. D'autres types de défauts, ou l'influence de sources renouvelables, pourraient aussi être étudiés dans des travaux futurs.

En conclusion, ce mémoire a permis de relier la théorie à la pratique, et de mieux comprendre les enjeux liés à la sécurité et à la fiabilité des systèmes électriques face aux courants élevés. C'est une étape importante dans la formation d'un futur ingénieur en électrotechnique.

Bibliographies

- [1] I. I. I. Electricité, “Le courant électrique,” pp. 66–72.
- [2] C. Formations, “P ositron-libre Le courant électrique Circuit électrique,” pp. 1–7, 2025.
- [3] J. Liu, G. M. Huang, Z. Ma, and Y. Geng, “A novel smart high-voltage circuit breaker for smart grid applications,” *IEEE Trans. Smart Grid*, vol. 2, no. 2, pp. 254–264, 2011, doi: 10.1109/TSG.2011.2134113.
- [4] P. Joy, “Quels sont les différents effets du courant sur le corps humain ?,” vol. 5, 2019.
- [5] S. Rezini and Z. Azzouz, “Impact des émissions EM conduites produites par un hacheur abaisseur,” *J. Renew. Energies*, vol. 20, no. 3, pp. 433–447, 2017, doi: 10.54966/jreen.v20i3.639.
- [6] M. C. Schütt, “Short-Circuit Withstand Current Rating for Low Voltage Switchgear Short-Circuit Current Rating (SCCR),” 2016.
- [7] A. Monti and F. Ponci, *Electric power systems*, vol. 565. 2015. doi: 10.1007/978-3-662-44160-2_2.
- [8] A. Inconv, “Les effets du courant”.
- [9] A. Leduc, “Sur la conductibilité calorifique du bismuth dans un champ magnétique et la déviation des lignes isothermes,” *J. Phys. Théorique Appliquée*, vol. 6, no. 1, pp. 378–383, 1887, doi: 10.1051/jphystap:018870060037800.
- [10] ر. بودية, “الطاقات المتجددة ودورها في الحفاظ على البيئة في التشريع الجزائري,” *مجلة المعيار and س. سبيحي*, vol. 27, no. 3, 2023, doi: 10.37138/almieyar.v27i3.5432.
- [11] S. R. Fahim, S. K. Sarker, S. M. Muyeen, S. K. Das, and I. Kamwa, “A deep learning based intelligent approach in detection and classification of transmission line faults,” *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, vol. 133, no. October 2020, 2021, doi: 10.1016/j.ijepes.2021.107102.

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université de Ghardaïa



جامعة غرداية
كلية العلوم والتكنولوجيا

Faculté des Sciences et de la Technologie

قسم: Automatique et électromécanique

غرداية في : 12/06/2025

شعبة: Energies renouvelables
تخصص: Energies renouvelables et environnement

شهادة ترخيص بالتصحيح والاياداع:

انا الاستاذة Assia Hamada

بصفتي المشرف المسؤول عن تصحيح مذكرة تخرج ليسانس المعنونة بـ

Les effets des courants élevés sur les systèmes électriques

من انجاز الطالب:

Abderrazek CHERGUI

التي نوقشت/قويت بتاريخ: 21/05/2025

اشهد ان الطالب/الطالبة قد قام/قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة المناقشة وقد تم التحقق من ذلك من طرفنا وقد استوفت جميع الشروط المطلوبة.

مصادقة رئيس القسم

امضاء المسؤول عن التصحيح

h.Assia

رئيس قسم الآلية والكهروميكانيك

عزاوي محمد

