



**MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE
ET DE LA JEUNESSE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Rapport du jury

Concours : Troisième concours du CAPLP

Section : Génie Électrique, option : Électrotechnique et Énergie

Session : 2022

Rapport du jury présenté par : M. Federico BERERA, Inspecteur général de l'éducation, du sport et de la recherche (IGÉSR), Président du jury

Sommaire

Avant-propos	page 3
Modalités d'organisation des épreuves	page 4
Recommandations générales aux candidats	page 7
Textes de référence et ressources	page 8
Éléments statistiques de la session	page 9
Épreuve d'admissibilité disciplinaire	page 10
Épreuve d'admission de leçon	page 13
Épreuve d'admission d'entretien	page 16
Annexe : proposition de corrigé de l'épreuve d'admissibilité	page 17

Avant-Propos

Le troisième concours a été ouvert pour la session 2022.

Dans le cadre de l'admissibilité, les candidats ont composé uniquement sur l'épreuve disciplinaire d'une durée de 5H. Les épreuves d'admission sont identiques à celles du CAPLP externe et du CAFEP et s'inscrivent pour la première année dans un nouveau format avec une épreuve de leçon et la mise en place de l'épreuve d'entretien.

[Par conséquent ce rapport de jury s'appuie sur le rapport du concours externe.](#)

Ce rapport de jury rend compte du déroulement et des résultats de la session 2022 du concours. Il met ces informations en perspective avec celles des autres sessions afin de souligner les orientations et tendances durables. Ainsi, il permet aux candidats de cette session de mieux comprendre leurs résultats individuels et il constitue un outil utile aux futurs candidats pour préparer le concours.

La réussite au concours ne s'improvise pas, elle se prépare. Encore trop de candidats méconnaissent les épreuves et notamment celles d'admission du concours et les découvrent une fois admissible. Dans ces conditions, ils ne parviennent pas à préparer convenablement ces épreuves et échouent au concours en raison d'une mauvaise anticipation de leur préparation. D'autres décident de ne pas se présenter à ces épreuves d'admission et perdent ainsi le bénéfice de leur admissibilité.

Les compétences mesurées par l'institution lors du concours sont d'ordre scientifique, technologique, professionnel, didactique et pédagogique. L'institution attend des futurs professeurs qu'ils s'inscrivent dans une culture commune et des objectifs partagés par l'ensemble de la communauté éducative. En tant que futurs cadres du service public, les candidats doivent, d'une part, partager et faire partager les valeurs de la République et, d'autre part, agir conformément aux principes fondamentaux et réglementaires du système éducatif. Ils doivent s'attacher à la réussite et au respect de tous les élèves, dans la diversité de leurs identités, de leurs cursus et de leurs approches cognitives. Les technologies du numérique sont des objets didactiques et pédagogique pour faire apprendre plus facilement, différemment et de façon plus approfondie. Il est donc très recommandé que les candidats l'intègrent dans leurs travaux et présentations.

Pour cette première session l'ensemble des postes a été pourvu au **troisième concours** du CAPLP.

Le jury exprime ses exigences pour recruter des enseignants compétents aussi bien dans le domaine scientifique technologique et professionnel que dans les attentes pédagogiques dont la maîtrise est indispensable pour être un bon professeur, capable de qualifier les élèves jusqu'au niveau du baccalauréat professionnel voire du BTS.

Le jury félicite les candidats admis, qui ont répondu avec succès aux exigences du concours.

Enfin, le président remercie l'ensemble des membres du jury et des personnels de l'INSPE de Tarbes qui se sont fortement mobilisés pour offrir le meilleur accueil à l'ensemble des candidats et garantir ainsi le déroulement d'un concours de grande qualité.

Modalités d'organisation des épreuves

Le troisième concours du CAPLP comporte une épreuve écrite disciplinaire d'admissibilité et deux épreuves orales d'admission. Les programmes des épreuves du concours section génie électrique option électrotechnique et énergie sont ceux du brevet de technicien supérieur et des diplômes universitaires de technologie d'électrotechnique et énergie.

Les membres du jury, nommés par le ministre chargé de l'éducation, sont choisis, parmi les inspecteurs de l'éducation nationale, les membres des corps enseignants agrégés, certifiés et professeurs de lycée professionnel et les personnels de direction et attaché gestionnaire.

Le sujet de l'épreuve écrite est choisi par le ministre chargé de l'éducation, sur proposition du président du jury en tenant compte des programmes d'enseignement en vigueur dans les classes des sections de techniciens supérieurs dans la spécialité du concours.

L'ensemble des épreuves du concours vise à évaluer les capacités des candidats à enseigner sur les plans scientifiques, techniques, professionnels, didactiques et pédagogiques. Elles se déclinent de la façon suivante :

Épreuve d'admissibilité

Épreuve écrite disciplinaire

- Durée : 5 heures,
- Coefficient : 3 pour les candidats du troisième concours

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable, à partir de l'exploitation d'un dossier technique remis par le jury, de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour analyser et résoudre un problème technique caractéristique de la section et option du concours.

L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.

Épreuves d'admission

Épreuve de leçon

- Durée des travaux pratiques encadrés : 4 heures
- Durée de la préparation de la présentation de la séance : 1 heure
- Durée de la présentation : 30 minutes maximum
- Durée de l'entretien : 30 minutes maximum
- Coefficient : 5 (4 pour les candidats du troisième concours)

L'épreuve a pour objet la conception, l'animation et la justification devant le jury d'une séance d'enseignement dans la section et option du concours. Elle permet d'apprécier à la fois la maîtrise disciplinaire, la maîtrise de compétences pédagogiques et de compétences pratiques.

L'épreuve prend appui sur les investigations et analyses effectuées par le candidat pendant les quatre heures de travaux pratiques relatifs à un système technique et comporte la présentation d'une séance d'enseignement suivi d'un entretien avec les membres du jury.

L'exploitation pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative aux enseignements professionnels pour un niveau donné.

L'épreuve est notée sur 20 : 10 points sont attribués à la partie liée aux travaux pratiques et 10 points à la partie liée à la soutenance. La note 0 à l'ensemble de l'épreuve est éliminatoire.

Épreuve d'entretien

- Durée : 35 minutes
- Coefficient 3 (2 pour les candidats du troisième concours)

L'épreuve d'entretien avec le jury porte sur la motivation du candidat et son aptitude à se projeter dans le métier de professeur au sein du service public de l'éducation.

L'entretien comporte une première partie d'une durée de quinze minutes débutant par une présentation, d'une durée de cinq minutes maximum, par le candidat des éléments de son parcours et des expériences qui l'ont conduit à se présenter au concours en valorisant ses travaux de recherche, les enseignements suivis, les stages, l'engagement associatif ou les périodes de formation à l'étranger. Cette présentation donne lieu à un échange avec le jury. La deuxième partie de l'épreuve, d'une durée de vingt minutes, doit permettre au jury, au travers de deux mises en situation professionnelle, l'une d'enseignement, la seconde en lien avec la vie scolaire, d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- s'approprier les valeurs de la République, dont la laïcité, et les exigences du service public (droits et obligations du fonctionnaire dont la neutralité, lutte contre les discriminations et stéréotypes, promotion de l'égalité, notamment entre les filles et les garçons, etc.)
- faire connaître et faire partager ces valeurs et exigences.

Le candidat admissible transmet préalablement une fiche individuelle de renseignement établie sur le modèle figurant à l'annexe VI de l'[arrêté du 25 janvier 2021 fixant les modalités d'organisation des concours du certificat du certificat d'aptitude au professorat de lycée professionnel](#), selon les modalités définies dans l'arrêté d'ouverture.

Les candidats titulaires d'un doctorat peuvent, conformément à l'article L. 412-1 du code de la recherche, présenter leurs travaux réalisés ou ceux auxquels ils ont pris part en vue de la reconnaissance des acquis de l'expérience professionnelle résultant de la formation à la

recherche et par la recherche qui a conduit à la délivrance du doctorat. La fiche individuelle de renseignement comprend une rubrique prévue à cet effet.
L'épreuve est notée sur 20. La note 0 est éliminatoire.

Recommandations générales aux candidats

Les examinateurs sont sensibles aux candidats qui s'expriment avec clarté et précision et qui structurent leurs raisonnements et leurs prises de parole.

La préparation à ce concours exige un travail conséquent, il est donc fortement recommandé aux candidats de préparer l'épreuve d'admissibilité et celles d'admission en amont de leur inscription. Il est donc attendu qu'ils sachent exploiter les référentiels du CAP électricien et du Bac Pro MELEC, ainsi que les modalités concrètes de leurs mises en œuvre avec les apprenants. La connaissance des repères pour la formation est également recommandée. Les rapports de jury et les épreuves des années précédentes du CAPLP externe de la même spécialité sont également une aide précieuse à la préparation du concours.

Dans une phase préparatoire aux épreuves, le jury conseille vivement aux candidats de rencontrer l'ensemble des acteurs de terrain (enseignants, DDFPT, chef d'établissement, etc.) afin de nourrir leur réflexion et d'appréhender le fonctionnement d'un établissement scolaire et du système éducatif.

Il est conseillé aux candidats de prendre connaissance de l'ensemble d'un énoncé pour traiter un maximum de questions. La lecture des questions et l'analyse des documents ressources doivent être effectuées avec une grande attention.

Le jury prend en compte la qualité d'expression et de rédaction des copies. Il est important de répondre avec précision, soin et rigueur aux questions.

Il est aussi conseillé aux candidats de relire leurs réponses et de porter un regard critique sur celles-ci, notamment sur l'ordre de grandeur des résultats.

Suivant les épreuves, les réponses sont à rédiger sur les copies et/ou sur les supports uniquement fournis par le centre du concours ou les examinateurs.

Conformément au principe d'anonymat, la copie ne doit pas comporter de signe distinctif tel que le nom, signature et origine du candidat y compris lorsqu'une question invite à une rédaction de correspondance (exemple rédaction d'un message électronique).

Les réponses écrites et/ou orales doivent être claires, développées, argumentées et sans ambiguïté.

Le jury demande aux candidats de connaître les évolutions associées à la transformation de la voie professionnelle.

Textes de référence et ressources

La préparation au CAPLP externe, CAFEP et 3^{ème} concours génie électrique option électrotechnique et énergie doit être effective et ne peut être improvisée. Le jury conseille aux futurs candidats de s'appuyer sur les référentiels des formations relatifs à cette option et le référentiel des compétences des métiers du professorat.

La liste des compétences que les professeurs doivent maîtriser pour l'exercice de leur métier est publiée au Bulletin officiel du 25 juillet 2013.

Deux principaux sites institutionnels peuvent être consultés :

- Devenir enseignant : <https://www.devenirenseignant.gouv.fr>
- Eduscol STI : <https://eduscol.education.fr/sti/>

Éléments statistiques de la session 2022

Le jury recommande vivement aux candidats de s'assurer qu'ils remplissent les conditions pour s'inscrire au concours afin de ne pas composer inutilement, les vérifications administratives étant postérieures à la phase d'admissibilité.

Troisième CAPLP Génie Electrique Option Electrotechnique et Energie					
Inscrits	Postes	Présent aux écrits	Admissibles	Présents aux oraux	Admis
27	5	27	15	13	5

Moyenne des candidats non-éliminés	9.46/20
Barre d'admissibilité	9.27/20
Moyenne des candidats présents aux épreuves d'admission	9.82/20
Barre d'admission	11.29/20
Moyenne des candidats admis	12.40/20

Le jury demande une attention particulière aux consignes données pour les épreuves d'admission.

Le jury note avec satisfaction un niveau global de préparation des candidats qualitative.

EPREUVE D'ADMISSIBILITE

Epreuve écrite disciplinaire (Première épreuve d'admissibilité du concours externe)

- **Durée : 5 heures**
- **Coefficient 3**

L'épreuve est notée sur 20. Une note globale égale ou inférieure à 5 est éliminatoire.

Épreuve disciplinaire « E101 »

Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve a pour but de vérifier que le candidat est capable, à partir de l'exploitation d'un dossier technique remis par le jury, de mobiliser ses connaissances scientifiques et technologiques pour analyser et résoudre un problème technique caractéristique de la section et option du concours. Elle est conçue pour mesurer les compétences et les savoirs des candidats sur différents champs de l'électrotechnique ; des plus traditionnels aux plus récents. La maîtrise des fondamentaux des sciences appliquées et de bonnes compétences d'analyses de documents techniques sont également nécessaires.

Présentation du sujet

Le sujet est organisé en trois dossiers :

- le dossier sujet ;
- le dossier technique et ressources ;
- le dossier réponses.

Le sujet 2022 a pour support l'entreprise Leroux qui fabrique et commercialise des produits à base de chicorée. Il se décompose en 4 parties indépendantes permettant d'évaluer les candidats dans les domaines technologiques suivants :

- partie A : distribution de l'énergie électrique ;
- partie B : motorisation d'une bluterie ;
- partie C : gestion énergétique distante ;
- partie D : production photovoltaïque pour bornes de recharge de véhicule électrique.

L'énoncé débute par une présentation du contexte et requiert une lecture attentive de ces informations et descriptions. Leur compréhension est indispensable pour composer. Les quatre parties étant indépendantes, il est vivement conseillé aux candidats, notamment s'ils rencontrent des difficultés avec une partie, d'en aborder une autre, sans obligatoirement traiter le sujet de manière linéaire.

Analyse globale des résultats du 3ème concours du CAPLP



Dans l'ensemble, de nombreux candidats ont une maîtrise insuffisante des connaissances (lois fondamentales de l'électrotechnique, unités et valeurs de mesure et constituants technologiques de la spécialité) et des compétences relatives au domaine de l'électrotechnique et de l'énergie. Cette maîtrise est pourtant indispensable pour dispenser un enseignement en adéquation avec les exigences des référentiels et les attentes de la profession.

Ces lacunes portent autant sur les connaissances fondamentales scientifiques et technologiques que sur les nouvelles technologies (constituants connectés, adressage IP, etc.).

La préparation du concours nécessite donc de maîtriser tous les contenus des référentiels jusqu'au niveau 5 (BTS), y compris en physique-chimie.

Analyse des résultats

La maîtrise de la langue écrite fait partie du référentiel de compétences des enseignants. À ce titre, le jury regrette que :

- l'expression écrite des candidats ne réponde que rarement aux exigences de communication claire et précise attendues chez un professeur. Le jury déplore un nombre important de fautes d'orthographe et de grammaire. Il est fondamental qu'un enseignant puisse s'exprimer à l'écrit en usant d'un français structuré et sans fautes ;
- la qualité de la calligraphie ne permette pas une lecture aisée de la copie ;
- l'exploitation des documents ressources par les candidats n'est pas toujours satisfaisante. Néanmoins, le jury constate un manque de maîtrise du référentiel du Bac Pro MELEC et une confusion des termes : activités, tâches, compétences, critères d'évaluation, indicateurs de réussite, problématique, mise en situation, séquence, séance ;

- les questions concernant les préparations des séquences et séances pédagogiques sont insuffisamment approfondies. Par exemple, sur les séances de préparation et de réalisation, les candidats se limitent à une liste d'activités élève succincte sans tenir compte de l'environnement global de travail.

Le jury constate une méconnaissance :

- du fonctionnement pédagogique du Bac Pro MELEC concernant l'organisation des plateaux techniques, des périodes de PFMP et du suivi des élèves en entreprise ;
- du fonctionnement administratif lié au métier de professeur (conseil d'administration, annexe pédagogique, convention de stage, etc.) ;
- de la transformation de la voie professionnelle ;
- de la notion de chantiers pédagogiques ;
- des modalités de l'évaluation et du suivi individualisé d'acquisition des compétences.

Conseils aux candidats

Le jury recommande de s'approprier les notions d'objectif, de mise en situation et de problématique professionnelle afin qu'elles soient définies précisément lors de l'élaboration de séquences et de séances d'enseignement.

La stratégie d'évaluation doit reposer sur des critères d'évaluation définis par le référentiel et choisis par l'enseignant en fonction de l'activité demandée en cohérence avec la matrice tâches-compétences. Les indicateurs de réussite doivent être précis et pertinents en lien avec la compétence retenue.

Le jury recommande aux candidats de privilégier les méthodes pédagogiques adaptées aux élèves et aux objectifs de la voie professionnelle chaque fois que le contexte le justifie (méthode inductive, pédagogie inversée, approche par compétences, authenticité des situations d'apprentissage, interdisciplinarité, etc).

Le jury invite les candidats à développer une réflexion personnelle sur l'utilisation d'outils numériques au service d'une stratégie de formation.

Le jury invite les candidats à prendre connaissance des nouvelles dispositions concernant la transformation de la voie professionnelle (co-intervention, chef-d'œuvre, accompagnement personnel, mobilités internationales et européennes, poursuite d'étude...).

LES EPREUVES D'ADMISSION

L'épreuve de leçon « E203 »

Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve a pour objet **la conception, l'animation et la justification devant le jury d'une séance d'enseignement** dans la section et option du concours. Elle permet d'apprécier à la fois la maîtrise disciplinaire, la maîtrise de compétences pédagogiques et de compétences pratiques.

L'épreuve prend appui sur les investigations et analyses effectuées par le candidat pendant les quatre heures de travaux pratiques relatifs à un système technique et comporte la présentation d'une séance d'enseignement suivi d'un entretien avec les membres du jury. L'exploitation pédagogique attendue, directement liée aux activités pratiques réalisées, est relative aux enseignements professionnels pour un niveau donné.

L'épreuve est notée sur 20 : 10 points sont attribués à la partie liée aux travaux pratiques et 10 points à la partie liée à la soutenance.

Durée des travaux pratiques encadrés : 4 heures

Durée de la préparation de la présentation de la séance : 1 heure

Durée de la présentation : 30 minutes maximum

Durée de l'entretien : 30 minutes maximum

Coefficient : 5 (4 pour le 3^{ème} Concours)

Partie 1 : Travaux Pratiques (investigations et analyses)

Les travaux pratiques assignés aux candidats permettent de vérifier une possession suffisante des savoir-faire professionnels relatifs aux activités de préparation, de réalisation, de mise en service, de maintenance et de communication dans les secteurs d'activités :

- des réseaux ;
- des infrastructures ;
- des quartiers ou zones d'activités ;
- des bâtiments ;
- de l'industrie.

Après les quatre heures de travaux pratiques, le candidat bénéficie d'un moment de pause de 30 minutes durant lequel aucune préparation pour l'étape suivante du concours n'est possible ; c'est un temps où le candidat se restaure. Ensuite, le candidat est accompagné en salle de préparation où il dispose d'un ordinateur pour préparer son exposé.

Constats et conseils

Le jury constate des disparités importantes entre les candidats notamment dans la maîtrise des gestes professionnels, dans la démarche d'analyse de résolution de problèmes, d'exploitation des normes et de respect des consignes de sécurité.

D'une manière générale, des candidats ont montré des lacunes :

- dans la maîtrise du geste professionnel ;
- dans les connaissances fondamentales du génie électrique ;
- dans l'analyse des schémas électriques et des documentations techniques ;
- dans la connaissance des textes réglementaires et normatifs.

Le jury est très attentif à la maîtrise et à la mise en œuvre effective des règles de sécurité.

Le candidat doit se présenter avec une tenue adaptée à la spécialité et ses chaussures de sécurité.

Un trop grand nombre de candidats se montrent hésitants lors des interventions sur les systèmes et lors de l'utilisation des matériels de mesure.

Partie 2 : préparation puis présentation de la séance et entretien

Durée 2h maximum

Cette partie a pour but d'évaluer l'aptitude du candidat à concevoir, organiser une séance de formation pour un niveau de classe donné en prenant appui sur le système technique étudié en première partie.

L'épreuve a pour but d'évaluer l'aptitude du candidat à concevoir et à organiser et développer une séance de formation pour un niveau de classe donné. Une séance sera développée en prenant appui sur le système étudié en première partie.

- Préparation de la séance : 1 heure
- Présentation de la séance : 30 minutes maximum
- Entretien : 30 minutes maximum

Préparation de la séance

À partir des consignes écrites communiquées par le jury, le candidat devra préparer une séance pédagogique en adéquation avec le référentiel du baccalauréat professionnel MELEC.

Présentation orale

Au cours de la présentation orale, le candidat est amené à proposer :

- un positionnement précis de la séance dans le plan de formation ;
- une définition de la problématique et une contextualisation en lien avec la réalité professionnelle ;
- une présentation et une argumentation des objectifs visés, du temps, des prérequis,

- du lieu, ... ;
- une organisation des activités (cours, TD, TP, autres ; usage du numérique) ;
- les modes et les modalités d'évaluation ;
- une relation cohérente entre les activités et les critères d'évaluation.

Constats et conseils

Le jury a constaté chez certains candidats :

- un temps d'épreuve de 30 min rarement utilisé ;
- un support technique peu exploité ;
- une pédagogie ne prenant pas suffisamment en compte les consignes données par les examinateurs ;
- une exploitation du référentiel (fourni lors de l'épreuve) très superficielle ;
- une prise en compte insuffisante de l'organisation des activités du groupe classe ;
- un manque de cohérence du positionnement de la séance dans le cycle de formation de baccalauréat professionnel MELEC ;
- un nombre important de fautes d'orthographe et de grammaire dans les supports présentés par les candidats ;
- une méconnaissance des modalités d'évaluation et de certification ;
- une structuration des documents présentés manquant souvent de cohérence, d'argumentation et de fluidité ;
- un copier-coller (extrait du référentiel) sans aucune réflexion et sans y apporter une plus-value adaptée au contexte de la séance (leçon).

D'une manière générale, le jury apprécie que les candidats adoptent une posture professionnelle adaptée à la fonction d'enseignant (tenue vestimentaire, langage adapté, comportement, attitude professionnelle).

Il est conseillé au candidat de :

- consulter les textes réglementaires et normatifs régissant les installations électriques basse tension, notamment en ce qui concerne les procédures de mise en service et de maintenance ;
- consulter la norme NF C 18-510 et le référentiel de formation à la prévention des risques d'origine électrique ;
- s'approprier le référentiel du baccalauréat professionnel MELEC et les textes relatifs à la transformation de la voie professionnelle ;
- maîtriser l'utilisation des outils numériques et conduire une réflexion sur leurs usages ;
- s'informer sur les démarches pédagogiques et leur mise en œuvre sur le cycle de formation du baccalauréat professionnel MELEC ;
- s'informer sur l'organisation des enseignements, des périodes de formation en milieu professionnel, des modes d'évaluations et des modalités de certification ;
- s'informer sur les pratiques pédagogiques innovantes.

Epreuve d'entretien « E204 »

Présentation générale de l'épreuve

L'épreuve d'entretien avec le jury porte sur la motivation du candidat et son aptitude à se projeter dans le métier de professeur au sein du service public de l'éducation.

L'entretien comporte une première partie d'une durée de quinze minutes débutant par une présentation, d'une durée de cinq minutes maximum, par le candidat des éléments de son parcours et des expériences qui l'ont conduit à se présenter au concours en valorisant ses travaux de recherche, les enseignements suivis, les stages, l'engagement associatif ou les périodes de formation à l'étranger. Cette présentation donne lieu à un échange avec le jury.

La deuxième partie de l'épreuve, d'une durée de vingt minutes, doit permettre au jury, au travers de deux mises en situation professionnelle, l'une d'enseignement, la seconde en lien avec la vie scolaire, d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- s'approprier les valeurs de la République, dont la laïcité, et les exigences du service public (droits et obligations du fonctionnaire dont la neutralité, lutte contre les discriminations et stéréotypes, promotion de l'égalité, notamment entre les filles et les garçons, etc.)
- faire connaître et faire partager ces valeurs et exigences.

Présentation : 5 min,

Echange : 10 min,

Situation d'enseignement : 10 min,

Situation de vie scolaire : 10 min.

Constats et conseils

- Le jury a constaté chez certains candidats :
- une utilisation partielle des cinq minutes du temps de présentation ;
- un manque de mise en perspective de leur expérience personnelle et professionnelle ;
- une projection et une motivation dans le métier d'enseignant peu exprimée ;
- un manque d'analyse des situations proposées ;
- des réponses peu argumentées parfois éloignées des valeurs de la République ;
- des actions proposées en lien avec les situations, éloignées de la réalité professionnelle à court, moyen, long terme ;
- une méconnaissance du système éducatif, des acteurs et de ses partenaires extérieurs.

La première partie d'une durée de quinze minutes est incompressible. Le jury attend du candidat (pendant les cinq minutes maximums de présentation), qu'il mette en relation son parcours, ses expériences personnelles et professionnelles qui l'ont conduit à se présenter au concours ainsi que ses ambitions.

La seconde partie de l'épreuve, d'une durée de vingt minutes, doit permettre au jury, au travers de deux mises en situation professionnelle, l'une d'enseignement, la seconde en lien avec la vie scolaire, d'apprécier l'aptitude du candidat à :

- s'approprier les valeurs de la République, dont la laïcité, et les exigences du service public (droits et obligations du fonctionnaire dont la neutralité, lutte contre les discriminations et stéréotypes, promotion de l'égalité, notamment entre les filles et les garçons, etc.) ;
- faire connaître et partager les valeurs et les exigences de la République ;
- analyser les situations (problèmes soulevés, valeurs et principes concernés) et mobiliser de manière réflexive ses connaissances ;
- formuler des actions réalistes à court, moyen, long terme, au travers de différents scénarii ;
- mobiliser les différentes autorités, ressources, partenaires disponibles ;
- écouter, communiquer, interagir aux sollicitations du jury.

Annexe : proposition de corrigé de l'épreuve d'admissibilité

Épreuve 101 : Epreuve écrite disciplinaire (Egalement 1ère épreuve d'admissibilité du CAPLP externe)

Épreuve écrite disciplinaire session 2022
CAPLP Génie électrique : Electrotechnique

Correction

durée : 5 heures

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Calculatrice électronique de poche – y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

Le sujet comporte une présentation et quatre parties pour le questionnement.

Il est accompagné :

- d'un dossier technique dans lequel les documents sont repérés DT ;
- de documents réponses repérés DR.

Le candidat rédige ses réponses sur une ou plusieurs copies vierges normalisées en repérant systématiquement le numéro de la question traitée. Certaines questions conduisent également le candidat à compléter un document réponse (DR).

Il convient de sauter une page au début de chaque nouvelle partie.

Chaque page sera numérotée et l'ensemble des documents réponse (DR) sera rendu même si certains n'ont pas été complétés.

SOMMAIRE

	page
PRÉSENTATION DU CONTEXTE	3
PARTIE A – DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ...	5
Partie A1 – Bilan des puissances - choix du transformateur.....	5
Partie A2 – Choix des protections en amont et en aval du transformateur... ..	7
Partie A3 – Dimensionnement de la ligne d'alimentation	9
PARTIE B – MOTORISATION D'UNE BLUTERIE	11
Partie B1 – Dimensionnement et choix du moteur "Bluterie"	11
Partie B2 – Choix du variateur de vitesse.....	13
Partie B3 – Protection du circuit terminal moteur "Bluterie"	13
Partie B4 – Motorisation "Haut rendement" - Rentabilité de l'investissement	14
PARTIE C – GESTION ÉNERGÉTIQUE DISTANTE	16
Partie C1 – Choix des équipements pour les mesures.....	16
Partie C2 – Configuration des équipements et du réseau de communication	17
PARTIE D – PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE POUR BORNES VE	19
Partie D1 – Estimation des besoins énergétiques	19
Partie D2 – Dimensionnement du champ photovoltaïque	20
Partie D3 – Caractéristiques du champ photovoltaïque	21
Partie D4 – Vérification compatibilité champ photovoltaïque / onduleur	21

PRÉSENTATION DU THÈME DE L'ÉTUDE

Le sujet a pour contexte l'entreprise Leroux qui fabrique et commercialise des produits à base de chicorée. Située dans la commune d'Orchies dans la région des Hauts de France, elle transforme une matière première, la betterave, en un produit fin de consommation courante.

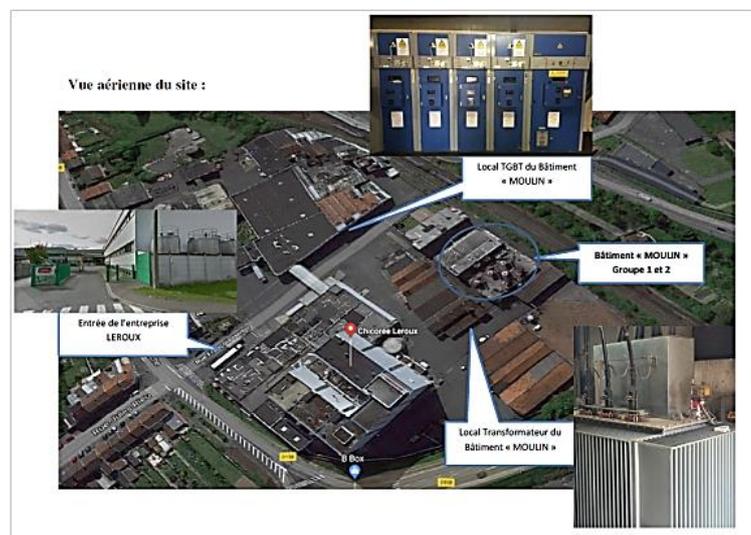
Face à une demande croissante de produits à base de chicorée, la société Leroux a été amenée à augmenter sa capacité de production en 2018. En conséquence a été installé dans le bâtiment « Usine 1 » où l'on y réalise, dans la chaîne de production, les étapes de « Torrification » et de « Concassage » un nouveau secteur appelé « Moulin GR2 » (en complément du secteur « Moulin GR1 »).

Pour assurer une meilleure continuité de service, l'entreprise Leroux a souhaité dissocier la distribution électrique du poste « Usine 1 » : deux transformateurs de distribution sont installés : le premier transformateur « existant » du poste « Usine 1 » utilisé pour l'alimentation du secteur de « production 1 » et le second transformateur « nouveau » qui est affecté au départ du groupe « Moulin GR2 » et le secteur « Torrification ».

Cette nouvelle partie qui permet d'augmenter la capacité de concassage de l'usine, a aussi pour objectifs :

- de renforcer la sécurité et la performance des opérateurs ;
- d'optimiser les opérations de maintenance ;
- d'identifier et de maîtriser les consommations énergétiques.

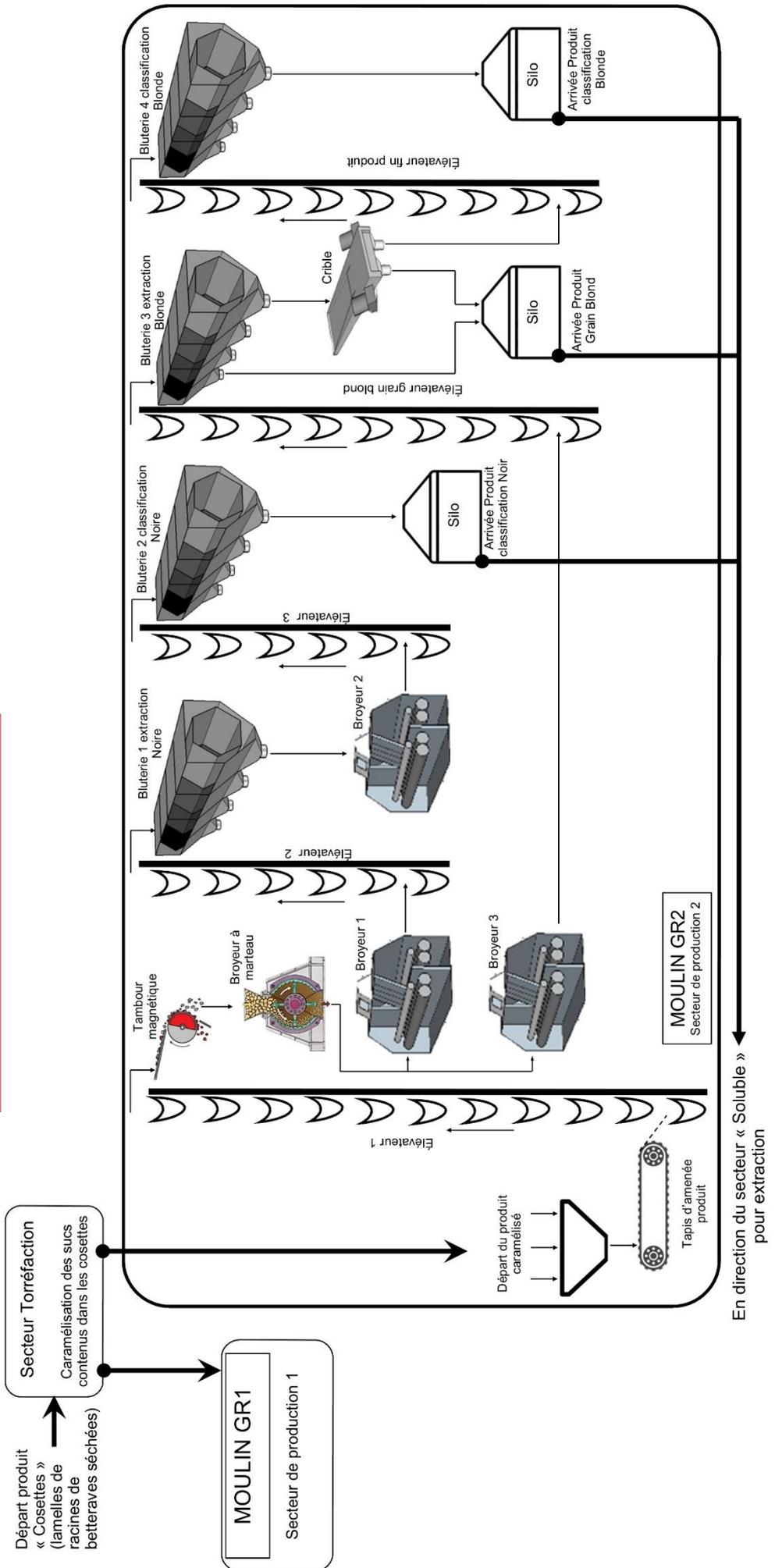
Sensible aux enjeux climatiques et à la loi de transition énergétique, l'entreprise Leroux a cherché à favoriser également dans son projet d'extension l'introduction d'une ressource d'énergie renouvelable dans son bâtiment et le développement de la mobilité électrique. Pour cela, elle a équipé le toit de son parking couvert de panneaux solaires photovoltaïques. L'un des buts est de pouvoir en autoconsommation, en tout ou partie, l'énergie nécessaire à la recharge du parc automobile électrique de ses employés.



Étapes de fabrication de la chicorée



Bâtiment Usine 1:
-Torréfaction - Moulin GR1 - Moulin GR2



PARTIE A – DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Les objectifs de cette partie sont :

- de dimensionner et de choisir le nouveau transformateur (alimentant les secteurs « Moulin GR2 » et « Torrédaction ») ;
- de choisir les protections en amont et en aval de ce transformateur et de définir les réglages nécessaires ;
- de dimensionner le câble d'alimentation du secteur « Torrédaction » et « Moulin GR2 ».

> Dossier technique et ressources : DT 1 à 3 et DT 7 à 11 ;

> Documents réponse : DR A1 à DR A2 (les documents réponse sont numérotés individuellement).

A.1. Bilan des puissances actives et réactives - choix du transformateur :

- le secteur « Torrédaction », déjà existant, a permis la mesure des puissances actives et réactives ;
- concernant le nouveau secteur « Moulin GR2 », les coefficients d'utilisation (K_u) sont également reportés ; ils ne s'appliqueront pas aux puissances réactives ;
- tous les équipements de ce secteur fonctionnent en même temps : on n'appliquera pas de coefficient de simultanéité ;
- un accroissement prévisible de la production amène à appliquer un coefficient d'extension (extension de 20%) ;
- le transformateur est de type immergé ;
- les sources sont considérées sinusoïdales
- l'installation comporte des circuits à impédance non-linéaire, il est prévu un possible déséquilibre de la répartition des charges au secondaire du transformateur.

Question 1. Donner la valeur de la puissance apparente du transformateur alimentant le secteur de production 1.

$S_n = 1\,000\text{ kVA}$

Question 2. Compléter le tableau (document réponse DR A1) permettant de réaliser le bilan des puissances électriques actives et réactives des secteurs « Moulin GR2 » et « Torrification » :

- reporter les puissances mécaniques, les rendements, le $\cos \varphi$ des différents récepteurs ;
- calculer les puissances actives absorbées et les puissances réactives appelées par ces récepteurs ;
- en déduire les puissances actives et réactives totales.

Circuits	Nombre d'actionneurs	Puissance mécanique installée totale (kW)	Rendement η à 100%	Puissance active absorbée installée (kW)	Coefficient d'utilisation	Puissance active absorbée d'utilisation (kW)	Cos φ	Tan φ	Puissance réactive appelée (kVar)
Secteur "Torrification"						210			160
Moteurs bluterie 1 ;2 ;3 ;4	4	4 x 7,5	0,906	33,1	0,83	27,5	0,86	0,593	19,6
Moteurs broyeurs 1;2;3	3	3 x 4 x 9	0,912	118,4	0,8	94,7	0,85	0,62	73,4
Moteurs élévateur 1;2;3;fin produit; grain blond	5	5 x 7,5	0,906	41,4	0,78	32,3	0,86	0,593	24,6
Moteur tapis de transfert produit	1	7,5	0,906	8,3	0,8	6,62	0,86	0,593	4,9
Moteur tambour magnétique	1	1,8	0,82	2,2	0,8	1,76	0,82	0,698	1,5
Moteur broyeur à marteau	1	5,5	0,903	6,1	0,8	4,87	0,85	0,62	3,8
Moteur Crible 1;2	2	2 x 4	0,888	9	0,75	6,76	0,8	0,75	6.75
Autres départs						20			13
TOTAL						405			308

Question 3. Calculer la puissance apparente totale (S_T) appelée par le secteur « Moulin GR2 » et « Torrification ».

Formule	Application numérique	Résultat
$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$	$\sqrt{405^2 + 308^2}$	509 kVA

Question 4. Calculer la puissance apparente nécessaire (S_R) en prenant en compte le coefficient d'extension.

Formule	Application numérique	Résultat
$S_R = 1,2 \times S_T$	$1,2 \times 509$	611 kVA

Question 5. Indiquer les caractéristiques électriques (puissance assignée, tension assignée primaire, tension secondaire à vide) du nouveau transformateur choisi.

Puissance assignée	Tension assignée primaire	Tension secondaire à vide
630 kVA	20 kV	410 V

A.2. Choix des protections en amont et en aval du transformateur :

Il est demandé de choisir les dispositifs qui protègent le transformateur contre les surintensités (protection en amont) et le dispositif de protection du câble entre le transformateur et le TGBT (protection en aval du transformateur).

Le disjoncteur de protection au secondaire du transformateur devra être « fixe à commande manuelle », équipé d'une unité de contrôle Micrologic permettant une protection sélective (long retard / instantanée) et une mesure des énergies.

Question 6. Déterminer le calibre du fusible et la tension assignée à installer dans la cellule de protection au primaire du transformateur (norme DIN).

Calibre de la protection	Tension assignée
40 A	24 kV

Question 7. Indiquer la valeur présumée du courant de court-circuit I_{cc} en aval du transformateur.

I_{cc} :	21,5 kA
------------	---------

Question 8. Calculer la valeur nominale de l'intensité du courant au secondaire du transformateur I_{2n} .

Formule	Application numérique	Résultat
$I_{2n} = S_n / (\sqrt{3} \times U_{20})$	$630 / (\sqrt{3} \times 410)$	887 A

Question 9. Préciser les caractéristiques menant au choix du disjoncteur en aval du transformateur (justifier ces choix) et déterminer la référence du disjoncteur choisi.

Nombre de pôles	Pouvoir de coupure	Calibre I_n
4	$I_{cu} = 50 \text{ kA}$	1000 A
Référence : 33244		
Justification : - distribution au secondaire du transformateur triphasé + neutre - $P_{dc} I_{cu} > I_{cc} = 21,5 \text{ kA}$ - calibre $I_n > I_{2n} = 887 \text{ A}$		

Question 10. Indiquer la désignation et la référence de l'unité de contrôle Micrologic associée au disjoncteur.

Désignation : 2.0 E	Référence : 33535
---------------------	-------------------

Question 11. Déterminer la position de réglage « long retard » nécessaire à la protection contre les surcharges.

Rapport I_{2n}/I_n	Réglage
$887 / 1\ 000 = 0,887$	0,9

Question 12. En déduire la valeur de réglage du déclencheur thermique I_r .

$I_r = 0,9 \times 1\ 000$	900 A
---------------------------	-------

Question 13. Sachant que la valeur du courant « court retard » souhaité est de $8 \times I_n$, calculer le rapport $(8 \times I_n) / I_r$, déterminer la position de réglage "court retard" nécessaire à la protection contre les courts-circuits (instantanée).

Rapport $(8 \times I_n) / I_r$	Réglage
$8\ 000 / 900 = 8,88$	8

Question 14. En déduire la valeur de l'intensité du courant correspondant I_{sd} .

$I_{sd} = 8 \times 900$	7 200 A
-------------------------	---------

A.3. Dimensionnement de la ligne d'alimentation :

- *Le nouveau départ : alimentation du secteur « torrédaction » et « Moulin GR2 » est réalisé par une canalisation électrique composée de deux câbles mono-conducteurs U1000 AR2V par phase dont les âmes sont en aluminium et les isolants en PR ;*
- *le neutre est chargé et le courant d'emploi I_b est de 850 A ;*
- *cette canalisation est installée sur un chemin de câbles perforé sur un parcours vertical et horizontal. On considère quatre circuits présents sur ce chemin de câbles ;*
- *la température ambiante est de 25°C. Le taux d'harmoniques multiples de 3 i_{h3} est compris entre 15% et 33% et le facteur de symétrie $K_s=1$.*

Il est demandé pour cette partie de déterminer la section minimale des câbles d'alimentation.

Question 15. Déterminer le coefficient K qui caractérise l'influence des conditions d'installation en complétant les tableaux (document réponse DR A2).

	Résultat	Justification
Lettre de sélection	F	Câbles mono-conducteurs sur chemin de câbles perforé
Facteur de correction K1	1	Autre cas
Facteur de correction K2	0,77	Quatre câbles ; lettre de référence F ; sur tablettes perforées
Facteur de correction K3	1,04	25°C ; PR
Facteur de correction Kn	0,84	Neutre chargé ; 15% i_{h3} <33

Coefficient K		
Formule	Application numérique	Résultat
$K = K1 \times K2 \times K3 \times Kn$	$1 \times 0,77 \times 1,04 \times 0,84$	0,673

Question 16. Calculer la valeur de l'intensité du courant admissible I_z dans le câble et la valeur de l'intensité du courant fictif I'_z .

- *Le courant dans les deux câbles mono-conducteur est réparti de façon identique ;*
- *La protection de câble étant réalisée par un disjoncteur, le courant admissible dans la canalisation sera égal au courant d'emploi.*

Courant admissible I_z en A	Formule	Application numérique	Résultat
	$I_z = I_b / 2$	$I_z = 850 / 2$	425 A
Courant fictive I'_z en A	Formule	Application numérique	Résultat
	$I'_z = I_z / K$	$425 / 0,673$	631 A

Question 17. Déterminer la section minimale des conducteurs.

Section minimale des conducteurs	400 mm ²
----------------------------------	---------------------

Question 18. Justifier le choix du couplage Dyn11.

- Bloque le passage des courants harmoniques de rang 3 sur le réseau HTA et évite ainsi une pollution supplémentaire.
- Le couplage Dy est adapté quand les charges au secondaire du transformateur peuvent ne pas être réparties uniformément sur les phases, les effets sur les tensions en sortie du transformateur sont alors sans conséquences importantes.
- Permet de disposer des tensions simples au secondaire du transformateur pour les besoins de l'installation.

PARTIE B – MOTORISATION D'UNE BLUTERIE

L'objectif de cette partie est, à partir des caractéristiques mécaniques du blutoir et de la chaîne cinématique, de :

- réaliser le dimensionnement et le choix du moteur d'entraînement ;
- choisir le variateur à associer.

Il est également demandé d'évaluer la rentabilité du remplacement par des moteurs à « haut rendement » de la motorisation des blutoirs du site « Moulin GR1 ».

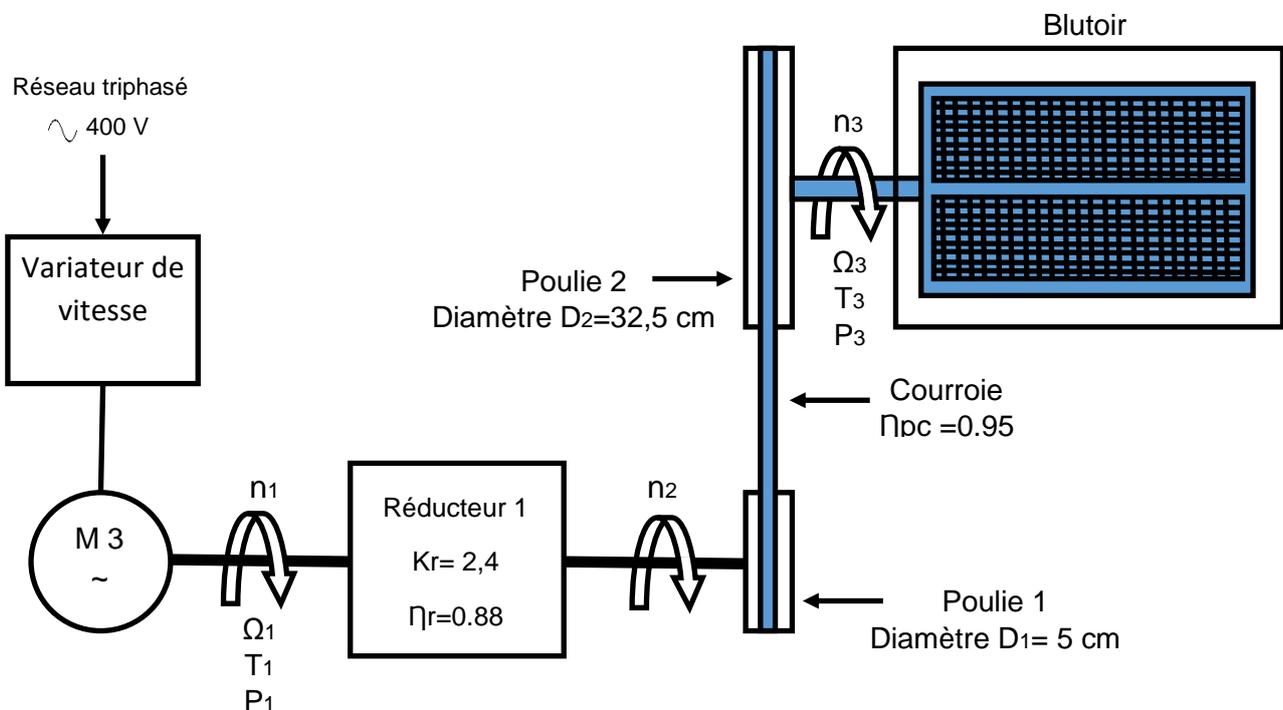
> Dossier technique : DT7 et DT18.

B.1. Dimensionnement et choix du moteur « Bluterie » :

Un blutoir est un tamis rotatif qui permet d'obtenir de la farine de chicorée. La rotation du tamis à la vitesse nominale $n_3 = 1,5$ tr/s présente un couple résistant $T_3 = 570$ Nm.

Ce tamis est entraîné par un système poulies-courroie associé à un réducteur de coefficient de réduction $K_r = 2,4$ et un moteur asynchrone à cage, alimenté par un variateur de vitesse.

La transmission poulies-courroie a un rendement $\eta_{pc} = 0.95$.



Question 19. Calculer la puissance nécessaire P_3 pour entrainer le blutoir.

Formule	Application numérique	Résultat
$P_3 = T_3 \times \Omega_3$	$570 \times 2\pi \times 1,5$	5 370 W

Question 20. Déterminer la puissance utile P_1 sur l'arbre du moteur.

Formule	Application numérique	Résultat
$P_1 = P_3 / (\eta_r \times \eta_{pc})$	$5\,370 / (0,88 \times 0,95)$	6 420 W

Question 21. Calculer la vitesse de rotation du moteur n_1 en tr/min.

Formule	Application numérique	Résultat
$n_1 = 60 \times n_3 \times K_r \times D_2 / D_1$	$60 \times 1,5 \times 2,4 \times 32,5 / 5$	1 400 tr/min

Question 22. Calculer la valeur du couple utile T_1 en sortie du moteur.

Formule	Application numérique	Résultat
$T_1 = P_1 / \Omega_1$	$6\,420 \times 60 / (2\pi \times 1400)$	43,8 Nm

Question 23. Justifier le choix du moteur d'entraînement « Bluterie ».

Référence	LSES 132 MU
Justification :	
<ul style="list-style-type: none"> - $n_s = 1\,458 \text{ tr/mn} > n_1 = 1\,400 \text{ tr/min}$ - $P_n = 7,5 \text{ kW} > P_1 = 6,42 \text{ kW}$ - $T_n = 49,1 \text{ Nm} > T_1 = 43,8 \text{ Nm}$ 	

B.2. Choix du variateur de vitesse :

Le montage du variateur de vitesse sera en armoire, appareil de type standard.

Question 24. Indiquer la référence du variateur choisi, justifier ce choix.

Référence	ATV 930 U75 N4 Z
Justification : <ul style="list-style-type: none">- Appareil standard → ATV 930- Puissance moteur = 7,5 kW → U75- Alimentation : U = 400 V → N4- Montage en armoire → Z	

B.3. Protection du circuit terminal moteur « Bluterie » :

Question 25. Définir précisément les fonctions de l'appareil immédiatement en amont du variateur de vitesse.

Protection du matériel contre les surcharges et contre les courts-circuits : il doit pouvoir interrompre toute surintensité jusqu'au courant de court-circuit présumé au point où le dispositif est installé.

Question 26. Expliquer comment est assurée la protection du moteur « Bluterie » contre les surcharges.

La protection contre les surcharges du moteur est assurée par le variateur de vitesse.

B.4. Motorisation « Haut rendement » - Rentabilité de l'investissement :

Les moteurs de bluterie utilisés actuellement sur le premier site « Moulin GR1 » sont des moteurs standards et vieillissants. On envisage de remplacer ces anciens moteurs par des moteurs identiques à ceux choisis lors de la conception du nouveau système de bluterie, ce sont des moteurs « haut rendement » ;

La plaque signalétique des moteurs LS 132M à remplacer donne les informations suivantes :

- $P_u = 7,5 \text{ kW}$;
- $I_n = 15,6 \text{ A}$;
- $\cos\varphi = 0,8$

On estime la durée annuelle de fonctionnement à 3 500 heures, le tarif de l'énergie active est fixé à 15 centimes d'euros le kWh.

Le prix du remplacement d'un moteur comprend :

- le prix du moteur : 1 100 euros ;
- la main d'œuvre :
 - 2 techniciens ;
 - durée de l'intervention estimée à 3 heures ;
 - coût horaire 35 euros.

Question 27. Calculer le rendement de ces moteurs.

Formule	Application numérique	Résultat
$\eta = \frac{P_u}{\sqrt{3} \times U_n \times I_n \times \cos \varphi}$	$\eta = \frac{7500}{\sqrt{3} \times 400 \times 15,6 \times 0,8}$	0,867

Question 28. Déterminer le coût annuel de la consommation de l'énergie active pour un moteur.

$$\text{coût moteur standart} = \frac{7\,500}{0,867 \times 1\,000} \times 3\,500 \times 0,15 = 4\,541 \text{ euros}$$

Question 29. Déterminer le coût annuel de la consommation de l'énergie active pour le moteur « haut rendement ».

$$\text{coût moteur haut rendement} = \frac{7\,500}{0,906 \times 1\,000} \times 3\,500 \times 0,15 = 4\,346 \text{ euros}$$

Question 30. Déterminer le coût de l'intervention.

$$1100 + (2 \times 3 \times 35) = 1\,310 \text{ euros}$$

Question 31. Calculer l'amortissement (en année) de cet investissement.

$$1\,310 / (4541 - 4346) = 6,7 \text{ années}$$

Question 32. Conclure sur la rentabilité de l'investissement.

Un retour sur investissement dans environ 7 années est satisfaisant

PARTIE C – GESTION ÉNERGÉTIQUE DISTANTE

La société Leroux a décidé dans son plan d'extension d'installer des équipements de mesures communicants permettant d'optimiser le fonctionnement de ses installations grâce à la maîtrise et à l'analyse des consommations énergétiques mais également de réduire les délais d'intervention de la maintenance.

On envisage donc dans cette partie d'étudier le « SmartPanel » qui constitue le système de gestion de l'énergie du secteur de production 2 permettant d'accéder localement ou à distance au travers de la gamme de produits Enerlin'X aux données d'états et aux valeurs électriques du TGBT torréfaction/moulin GR2.

> Dossier technique et ressources : DT 4 à 6 et DT 12 à 17

> Documents réponse : DR C1 à DR C3 (les documents réponse sont numérotés individuellement).

C.1. Choix des équipements pour les mesures :

Le choix a été fait de visualiser les différentes données électriques localement sur un écran LCD ainsi qu'à distance via le réseau de communication Ethernet de la société. Chaque départ de circuit du TGBT est équipé d'un compteur d'énergie.

Question 33. Compléter le document réponse DR C1 en indiquant les références des équipements de la gamme Enerlin'X nécessaires et identifier leurs types de communication.

Équipements Enerlin'x	Types de communication vers dispositif / vers serveur	Référence
Interface IFE	ULP/Ethernet	LV434010
Ecran LCD tactile couleur	Ethernet	LV434128
Serveur d'énergie	Modbus/Ethernet -Wifi	EXB200
Acti 9 Smartlink Ethernet	Modbus/Ethernet	A9XMEA08
Acti 9 Smartlink Modbus	Modbus	A9XMSB11

Question 34. Donner la référence des lots de cordons permettant de relier les interfaces de communication Acti9 Smartlink aux différents disjoncteurs réflex iC60N, indiquer la quantité de lots nécessaires, justifier votre choix.

Référence	Quantité
A9XCAL06	3
Justification : les distances sont comprises entre 500 et 800 mm, le choix se fait donc pour une longueur de 870 mm. 14 départs à raccorder et 6 cordons par référence d'où un besoin de 3 en quantité.	

Question 35. Compléter le document réponse DR C2 permettant de choisir les transformateurs de courant TI à associer aux compteurs d'énergie des circuits 1 et 2.

	Détermination du calibre	Choix du calibre Ip	Rapport	Référence	Quantité
TI circuit 1	7 × 63=441A	500A	500 / 5	METSECT5MC050	4
TI circuit 2	3 × 63=189A	200A	200 / 5	METSECT5MA020	4

Question 36. Indiquer la référence des compteurs d'énergie iEM des circuits 3 à 6 et justifier ce choix.

Référence	iEM3155 ou A9MEM3155
Justification :	
<ul style="list-style-type: none"> - mesure direct sans TI externe 63A maxi. - multi-tarifs par horloge interne : 4 - communication par Modbus 	

C.2. Configuration des équipements et du réseau de communication :

Question 37. À partir de l'adresse MAC, déterminer l'adresse IP d'origine de l'interface IFE permettant d'accéder la première fois à ses pages Web.

Conversion	
Hexadécimal	Décimal
CC	204
E5	229
Adresse IP d'origine	
169.254.204.229	

Question 38. Justifier pourquoi l'adresse IP d'origine de l'interface IFE ne peut pas être intégrée directement dans le réseau Ethernet sans avoir procédé à sa modification.

L'adresse IP d'origine de l'interface IFE n'appartient pas au même domaine de diffusion que le réseau local. En gardant son adresse IP d'origine, l'IFE ne pourra pas communiquer avec les équipements du réseau local.

Question 39. Préciser la fonction du préfixe.

Le préfixe 24 nous indique que les 24 premiers bits sont attribués à l'adresse réseau. Il reste donc 8 bits ($32-24=8$) qui peuvent être attribués aux équipements terminaux (hôtes).

Question 40. En déduire la plage d'adresses des hôtes ainsi que l'adresse de diffusion du réseau.

Adresse réseau	Plage d'adresse des hôtes	Adresse de diffusion
172.16.6.0	172.16.6.1 - 172.16.6.254	172.16.6.255

Question 41. Justifier ainsi la possibilité d'introduire les équipements Ethernet du Smart Panel du secteur de production 2 dans le réseau LAN.

- 6 machines à raccorder en plus
- 92 machines déjà raccordées
- 254 adresses hôtes disponibles sur le LAN
 $92+6 = 98$ machines < aux 254 possibilités sur le LAN

Question 42. Donner les paramètres par défaut de débit de transmission et de parité de la communication Modbus de l'Acti9 Smartlink.

Débit de transmission des données en bauds	19 200
Parité	Paire avec 1bit d'arrêt

Question 43. Indiquer l'adresse Modbus permettant à l'Acti9 Smartlink Ethernet (Maître) de s'adresser simultanément à l'ensemble des esclaves de son réseau.

L'adresse 0 permet au maître de diffuser simultanément des requêtes à l'ensemble des esclaves du réseau.

Question 44. Compléter dans le document réponse DR C3 la table de registres Modbus permettant d'accéder à la lecture de l'énergie active totale consommée et de l'énergie réactive totale consommée.

Indication	Valeur du registre
Energie active	3204
Energie réactive	3220

PARTIE D – PRODUCTION PHOTOVOLTAÏQUE POUR BORNES VE

Le pré-équipement d'une partie des parkings d'entreprise en bornes de recharge pour VE est obligatoire depuis 2012 pour les bâtiments neufs ou rénovés et depuis 2015 pour les bâtiments existants dont le permis de construire a été déposé entre le 1er janvier 2012 et le 1er janvier 2017.

L'entreprise LEROUX n'est pas immédiatement concernée, elle désire néanmoins anticiper une éventuelle extension de la loi à l'ensemble des bâtiments, parking. Elle souhaite également marquer son engagement en faveur de la transition énergétique, un choix écoresponsable et innovant qu'elle pourra valoriser auprès de ses collaborateurs, partenaires et clients.

Pour cela, elle envisage d'équiper le toit de son parking couvert de panneaux photovoltaïques dans le but de pourvoir en autoconsommation, en tout ou partie, l'énergie nécessaire à la recharge du parc automobile électrique de ses employés.

Les objectifs de cette partie sont :

- *de déterminer les besoins énergétiques et le nombre de points de recharge utiles ;*
- *de dimensionner le champ photovoltaïque nécessaire à la recharge des véhicules électriques ;*
- *de préciser les caractéristiques des panneaux photovoltaïques installés ;*
- *de vérifier la compatibilité du champ photovoltaïque et de l'onduleur associé.*

> Dossier technique et ressources : DT page 19 à 22

D.1. Estimation des besoins énergétiques :

- *le site de production Leroux d'Orchies emploie 131 personnes dont 50 « de jour » et les autres personnels en poste d'une durée de 8 heures (matin, après-midi et nuit) ;*
- *le personnel équipé, à terme, de véhicules électriques est estimé à 10 % du personnel présent de jour ;*
- *la voiture électrique la plus vendue en France est la Renault Zoé. Nous prendrons les caractéristiques de ce modèle comme données (version R90).*

Question 45. Déterminer le nombre de bornes de recharge nécessaires.

50 + (130-50) / 3 = 77 personnes présentes simultanément

10 % d'équipement soit 8 points de recharge

Question 46. Déterminer les caractéristiques suivantes de la Renault Zoé R90 :

- puissance de la motorisation (kW) ;
- consommation pour une distance de 100 km ;
- capacité de la batterie d'accumulateurs (kWh).

Puissance	68 kW
Consommation	13,3 kWh pour 100 km
Capacité batterie	41 kWh

Question 47. Déterminer les besoins énergétiques annuels en kWh (recharge pour un Aller-Retour) en prenant en compte les indications suivantes :

- *une distance domicile-travail de 30 km ;*
- *228 jours ouvrés ;*
- *10 points de recharge.*

Formule	Application numérique	Résultat
Trajet × conso × Nb jour × Nb point de recharge	$0.6 \times 13.3 \times 10 \times 228 =$	18 194 kWh

D.2. Dimensionnement du champ photovoltaïque :

- le logiciel en ligne PVgis nous permet d'estimer la production d'un site photovoltaïque, le résumé est fourni par le dossier technique ;
- le besoin énergétique annuel est estimé à 18 000 kWh ;
- les panneaux installés, de marque Photowatt, référence PW2500F ont une puissance crête (ou peak) de 290 Wp.

Question 48. Relever la production annuelle PV en kWh pour une puissance installée de 1 kWp.

975 kWh pour 1kWp

Question 49. Calculer la puissance à installer (kWp) pour couvrir le besoin énergétique.

$$18\,000 / 975 = 18,5 \text{ kWp}$$

Question 50. Calculer le nombre de panneaux à installer.

$$18\,500 / 290 = 64 \text{ panneaux}$$

D.3. Caractéristiques du champ photovoltaïque :

Question 51. Calculer la surface d'un panneau.

$$1.685 \times .993 = 1.673 \text{ m}^2$$

Question 52. Calculer la valeur de son rendement.

$$(290 / 1.676) / 1000 = 0.173 \text{ soit } 17.3\%$$

D.4. Vérification de la compatibilité du champ photovoltaïque et de l'onduleur :

La tension aux bornes d'un panneau fluctue en fonction de la température. Sous des rayonnements solaires intenses et des températures élevées de l'air ambiant, les panneaux solaires peuvent atteindre des températures élevées.

La hausse de la tension peut être à l'origine de la destruction de l'onduleur, la baisse pourrait amener un décrochage de l'onduleur.

On suppose une température de la cellule comprise entre -20°C et +60°C ;

Le champ photovoltaïque est composé de 3 strings de 20 panneaux (2 sur la voie A et 1 sur la voie B de l'onduleur) ;

L'onduleur associé au champ photovoltaïque a pour référence : SUNNY Tripower 20000LT.

Question 53. Relever la valeur β du coefficient de température de tension V_{oc} (variation de température par rapport aux conditions STC).

$$\beta = -0.34 \% / ^\circ\text{C}$$

Question 54. Calculer la valeur maximale de la tension en circuit ouvert $V_{oc_{max}}$.

$$35 + (35 \times (-20-25) \times -0.34 / 100) = 40.5 \text{ V}$$

Question 55. Calculer la valeur minimale de la tension en circuit ouvert V_{ocmin} .

$$35 + (35 \times (60-25) \times -0.34 / 100) = 30.8 \text{ V}$$

Question 56. Vérifier la compatibilité de raccordement du champ photovoltaïque et de l'onduleur.

$$20 \times 40,5 \text{ V} = 810 \text{ VDC, notre onduleur supporte jusqu'à } 1000 \text{ VDC ;}$$

$$20 \times 30,8 \text{ V} = 616 \text{ VDC, la plage de fonctionnement MPP est comprise entre } 380 \text{ V et } 800 \text{ VDC donc pas de risque.}$$

Question 57. Calculer la puissance assignée du champ photovoltaïque et vérifier la compatibilité avec l'onduleur.

$$60 \times 290 = 17\,400 \text{ Wp pour une puissance assignée de } 20\,440 \text{ Wp. L'onduleur est bien choisi.}$$