

**Document
d'accompagnement
du référentiel de
formation**

Enseignement agricole
Formations grandeur nature



Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme :

Baccalauréat professionnel Agroéquipement

Module :

MP2 Caractéristiques de fonctionnement des différents matériels, outils et équipements

Objectif général du module :

Mobiliser des connaissances scientifiques et technologiques afin d'appréhender le fonctionnement des matériels et des agroéquipements et de les utiliser dans différentes situations de mises en œuvre.

**Indications de contenus, commentaires,
recommandations pédagogiques**

L'objectif de la formation est de préparer les apprenants à s'insérer dans le milieu professionnel et de permettre leur adaptation aux évolutions futures de leurs activités. L'objectif plus particulier de ce module est de faire acquérir un niveau scientifique suffisant afin d'être capable d'appréhender la complexité des sciences de l'agroéquipement rencontrées dans le domaine professionnel. Pour cela, l'enseignement des sciences physiques et celui de l'agroéquipement se feront en étroite concertation et en proposant un maximum de situations pluridisciplinaires et interdisciplinaires. Les enseignements de ce module devront se faire en privilégiant l'approche expérimentale et pratique. A cette fin, l'utilisation de supports tels que maquettes, bancs didactiques et matériels d'agroéquipement renforceront l'intérêt des apprenants dans cette formation. On privilégiera l'utilisation des revues techniques des matériels pour l'identification et la représentation normalisée des différents composants et des circuits

Objectif 1 - Mobiliser des connaissances dans le domaine de la mécanique pour raisonner des situations d'utilisation des matériels et des agroéquipements

On transférera les connaissances acquises dans les systèmes étudiés en mécanique sur des matériels utilisés en agroéquipement pour raisonner et préparer un travail en sécurité et pour optimiser les performances de ces matériels.

Objectif 1.1 - Définir les conditions d'équilibre d'un système en translation ou en rotation

On veillera à traiter cet objectif en lien avec la partie physique du module MG4.

On rappellera la notion d'action mécanique modélisée par un vecteur force. Des exemples d'actions mécaniques réparties en surface, seront abordés pour introduire les notions de forces pressantes et de pression.

On prendra soin de bien définir le système étudié. On montrera au travers de cas simples que la nature du mouvement est fonction du référentiel choisi.

On énoncera la première loi de Newton. On étudiera particulièrement les équilibres liés à l'action de deux forces puis de trois forces coplanaires. On appliquera ensuite ces équilibres à des exemples tels que les vérins, l'attelage trois points, les systèmes de relevage et les équipements associés au tracteur.

On étudiera la deuxième loi de Newton uniquement appliquée à un système en translation. On évoquera les augmentations des contraintes mécaniques subies par un système en accélération et en décélération comme un outil de travail de sol profond associé à un tracteur, le freinage d'un ensemble attelé, le levage et le déplacement d'une charge.

On mentionnera la troisième loi de Newton (principe de l'action et de la réaction).

Dans les cas de mouvement de rotation, on insistera plus particulièrement sur la distinction entre moment d'une force et couple de forces, la confusion étant souvent entretenue dans le langage technique courant.

On utilisera le théorème des moments appliqué aux conditions d'équilibre et de sécurité d'un tracteur en situation de travail.

L'étude de la liaison tracteur-outil permettra d'aborder les notions d'adhérence, de glissement, de transfert de charge et de cabrage dans différentes situations d'utilisation. L'optimisation de la conduite d'un tracteur sera faite par l'évaluation de l'effort moyen de traction lié aux conditions d'attelage et de répartition des masses.

Objectif 1.2 - Utiliser des connaissances relatives aux matériaux

Les principaux matériaux ferreux et non ferreux utilisés dans la construction des agroéquipements seront abordés. Pour cela, on fera appel à une classification simple des produits métallurgiques. Les propriétés physiques et mécaniques ainsi que les principes d'élaboration de ces matériaux devront aussi être présentés. On insistera en particulier sur les différences de propriétés entre la fonte et l'acier.

On précisera l'intérêt d'utiliser des alliages dans la construction des composants mécaniques et électriques.

On présentera les principales sollicitations auxquelles sont soumis les matériaux : traction, torsion, flambage, compression, flexion, cisaillement... Des sollicitations composées seront aussi étudiées sur des systèmes ou partie de systèmes mécaniques présents sur des matériels.

On s'intéressera à l'étude de la ténacité et de l'allongement relatif en utilisant des graphes allongement-charge résultants de tests d'étirement. Les liaisons par vissage des assemblages mécaniques pourront servir d'exemples à la compréhension de cette notion.

Les traitements thermiques et les traitements de surfaces modifiant les caractéristiques physiques et mécaniques seront présentés. Des applications de modification du comportement des métaux utilisés dans les matériels, en lien avec le module MP4 seront réalisées en atelier. On justifiera ainsi l'utilisation de certains types de matériaux en relation avec les contraintes, les sollicitations mais aussi les phénomènes de corrosion ou d'usure voire de fatigue.

La résistance chimique des polymères et élastomères sera évoquée : sensibilité aux solvants, aux huiles ...

Objectif 1.3 - Mobiliser des connaissances relatives aux transformations énergétiques pour caractériser le fonctionnement des principaux matériels et composants afin de participer à leurs choix et d'en assurer leur maintenance

En lien avec le module MG4, on définira la puissance comme un « débit d'énergie » permettant le dimensionnement et le choix de matériel ou composant entrant dans un agroéquipement (moteur, vérin, pompe ...).

La notion de rendement sera abordée au travers de l'utilisation de certains matériels comme les moteurs, les mécanismes de transmission.

On étudiera les principes des systèmes d'embrayage mécaniques centrifuges ainsi que ceux des coupleurs et des convertisseurs hydrauliques pour appliquer les formules de calcul du moment d'inertie et de l'énergie cinétique d'un système en rotation. Les formules ne sont pas exigibles.

La technologie et les principes de fonctionnement des moteurs thermiques seront étudiés : composants des moteurs essence ou Diesel, principe des cycles deux temps et quatre temps, circuits d'alimentation, de refroidissement et de lubrification. Une attention particulière sera portée à l'étude du turbo-compresseur et à la gestion de son circuit d'alimentation. En complément, on s'intéressera aux évolutions des technologies appliquées à la motorisation et à la gestion électronique des paramètres de fonctionnement.

L'analyse des courbes caractéristiques de performances des moteurs (couple, puissance et consommation spécifique) permettra l'acquisition des données utiles à l'analyse des causes possibles de dysfonctionnement et à l'optimisation de la conduite des agroéquipements, notamment de la conduite économique.

La technologie et les principes de fonctionnement des organes de transmission (embrayages, boîtes de vitesses, ponts, différentiels, réducteurs, prises de puissance) seront étudiés. Cette étude portera sur la connaissance et le rôle des différents composants de ces transmissions. L'utilisation et l'exploitation des chaînes cinématiques permettront de situer les différents éléments. Les graphiques de transmissions expliqueront l'étagement des rapports et leur utilisation dans le cadre de l'optimisation de la conduite des agroéquipements. On présentera aussi les technologies utilisant des asservissements liés à ces transmissions, comme par exemple les boîtes de vitesses utilisant le changement de rapport sous charge. Dans cette optique, l'intervention de professionnels extérieurs serait souhaitable.

La composition et la technologie des différents circuits de freinage et de direction seront abordées.

Objectif 2 - Mobiliser des connaissances dans les domaines de l'électricité et de l'électronique pour utiliser des systèmes électriques et automatisés présents dans les matériels et agroéquipements afin d'en assurer leurs réglages et leur maintenance

Objectif 2.1 - Utiliser en diverses situations des appareils de mesure des grandeurs électriques

Dans cet objectif, l'apprenant sera sensibilisé en permanence à la prévention du risque électrique : protection de la personne, protection du matériel, habilitations.

Il sera en mesure d'identifier une tension continue, une tension alternative monophasée ou triphasée.

L'apprenant sera amené ensuite à mesurer des grandeurs électriques telles que la tension, l'intensité, la résistance, la période, la fréquence à l'aide d'un multimètre et /ou d'un oscilloscope. L'atelier, le tracteur, les bâtiments pourront servir de supports pratiques à l'étude de ces grandeurs et des systèmes de protection.

Objectif 2.2 - Repérer les fonctions des éléments électriques et électroniques utilisés en agroéquipement.

On montrera que les générateurs électrochimiques délivrent une tension continue. On étudiera ensuite la production d'une tension alternative par l'alternateur et la modification de cette tension par le transformateur.

On présentera le comportement en courant continu comme en courant alternatif du conducteur ohmique, de la bobine et du condensateur. L'utilisation de matériel EXAO pourra être envisagée. La loi d'Ohm en alternatif sera définie et utilisée pour calculer une impédance. Cette impédance sera présentée comme une "résistance apparente" dont l'existence n'entraîne pas de dissipation d'énergie par effet joule vers le milieu extérieur.

On abordera ensuite le circuit "R,L,C" série. On y montrera l'influence des valeurs de l'inductance de la bobine et celle de la capacité du condensateur sur le déphasage ainsi que, à valeur constante de ces paramètres, l'influence de la fréquence. Les calculs de déphasage se feront uniquement à partir d'oscillogrammes de courant monophasé et triphasé. On reliera le déphasage au facteur de puissance.

On étudiera d'autres composants comme les diodes, les transistors, les amplificateurs opérationnels ainsi que leurs associations dans des montages. L'apprenant devra être à même d'identifier ces composants dans un schéma normalisé, connaître leurs caractéristiques ainsi que leurs modes de fonctionnement :

- diode bloquée ou passante
- transistor en mode amplification ou en mode tout ou rien
- amplificateur opérationnel en montage inverseur, non-inverseur et comparateur.

Cette partie ne donnera pas lieu à des activités calculatoires exigibles à l'examen.

On montrera des applications d'associations de ces divers composants dans les fonctions de redressement, de filtrage, de stabilisation et de régulation.

Cette étude se traitera de manière expérimentale et pratique au laboratoire et à l'atelier.

Objectif 2.3 - Mobiliser des connaissances liées aux systèmes électriques, électroniques et d'automatisme embarqués afin d'en assurer leurs réglages et leur maintenance

Cet objectif portera sur la connaissance des circuits de charge, de démarrage, d'éclairage et de signalisation des matériels roulants ainsi que ceux d'équipements de bâtiments.

L'utilisation d'un banc électrique ou de maquettes didactiques permettra la réalisation de circuits de base pour mettre en évidence les structures des circuits et les notions de sécurité associées à l'utilisation des systèmes électriques sur les matériels et les installations fixes. La mesure de grandeurs physiques nécessaires à la compréhension des circuits pourra être réalisées sur ces supports.

En préambule, on pourra réaliser expérimentalement au laboratoire un montage simple mettant en œuvre un capteur, par exemple un capteur de température constitué d'une thermistance, d'un amplificateur opérationnel, d'un transistor et d'un relais actionnant un ventilateur.

Les principes de fonctionnement de l'ensemble des composants des circuits électriques embarqués seront développés : générateur statique (batterie), générateur dynamique (alternateur), récepteur (démarrateur, moteurs, relais, lampes...).

L'utilisation des appareils de mesure et de contrôle (multimètre, oscilloscope, lampe témoin, ...) permettra de vérifier les paramètres de fonctionnement d'un circuit et de ses composants.

La description d'une structure automatisée montrera les capteurs, la partie commande, la partie opérative et les afficheurs utilisés.

Les différents capteurs utilisés sur les matériels seront présentés avec l'identification des signaux produits : ILS, capteurs à réluctance variable, capteurs de présence...

La gestion électronique des fonctions du tracteur (moteur, système de transmission, relevage...) et celles de régulation des outils (pulvérisateurs, épandeurs, semoirs...) serviront de support pour la compréhension des automatismes et des asservissements utilisés.

L'approche de la gestion des automatismes se fera par la présentation d'un des langages de programmation utilisé sur un matériel d'agroéquipement.

Les conceptions de boucle ouverte et de boucle fermée seront abordées.

Le principe de la localisation GPS par satellites et la notion d'onde seront évoquées.

Objectif 2.4 - Identifier et expliquer les fonctions des éléments électriques et électroniques des installations

Cet objectif porte sur la connaissance des circuits électriques présents sur les structures fixes (bâtiments, locaux techniques, locaux spécialisés ...). On utilisera des schémas normalisés.

On veillera particulièrement à présenter les normes de sécurité actualisées des différents circuits et matériels installés dans des bâtiments. Les documents fournis par les organismes producteurs ou installateurs de composants électriques accompagneront ces apports.

Objectif 3 - Mobiliser des connaissances sur les machines utilisant des échanges thermodynamiques afin d'en assurer leur maintenance

Cet objectif portera sur la connaissance des machines utilisées dans les circuits de climatisation, de production de froid et de chaleur.

L'étude concernera plus particulièrement l'identification des composants des circuits en s'appuyant sur les principes des échanges thermodynamiques observés. Le cycle de Carnot sera utilisé comme support principal pour la compréhension de ces échanges énergétiques. On l'appliquera aux échanges observés dans les moteurs thermiques (Diesel, essence, gaz) présents sur les matériels des agroéquipements.

La technologie des compresseurs présents dans les pompes à chaleur et les systèmes de climatisation sera présentée. Des abaques pression-température serviront de support à l'étude des échanges thermodynamiques dans un système.

On citera la nature des fluides caloporteurs utilisés, leurs conditions d'utilisation et de recyclage afin de sensibiliser l'apprenant à la protection de l'atmosphère dans une perspective de développement durable. La législation concernant la manipulation des fluides caloporteurs sera abordée.

Objectif 4 - Acquérir les bases de la statique et de la dynamique des fluides

Objectif 4.1 - Acquérir les bases de la statique des fluides

Le théorème de Pascal sera illustré par l'étude de la transmission des pressions dans un vérin. La relation fondamentale de l'hydrostatique sera appliquée, par exemple à l'étude d'une citerne.

Objectif 4.2 - Acquérir les bases de la dynamique des fluides

Cette étude s'appuiera au maximum sur des situations professionnelles.

Les notions, connaissances, expressions à maîtriser porteront sur les domaines suivants :

- fluides parfaits : définir un écoulement laminaire, écrire la conservation des débits et la conservation de l'énergie mécanique, appliquer le théorème de Bernoulli (la formule n'est pas exigible), montrer les applications de l'effet Venturi
- fluides réels : définir un écoulement turbulent, déterminer à l'aide de tableau ou d'abaques les pertes de charge singulières et linéaires, aborder la viscosité à travers les critères de choix d'une huile en agroéquipement, définir les notions d'indice de viscosité et de nombre de Reynolds et utiliser différents types abaques afin d'optimiser les paramètres de l'écoulement (choix de diamètre, débit....)
- circuits hydrauliques : définir la puissance hydraulique, effectuer des calculs simples permettant de justifier les dimensionnements d'équipements et analyser une chaîne énergétique simple (pompes, moteurs hydrauliques, distributeurs, canalisations, vérins)
- circuits d'irrigation : choisir une pompe en fonction des équipements installés, de la topologie des lieux et de paramètres de fonctionnement comme les pertes de charge, la pression de service, les conditions d'utilisation...

Objectif 4.3 - Utiliser les connaissances du domaine hydraulique pour comprendre les fonctionnements des composants et des circuits présents en agroéquipement.

Cet objectif traitera de l'organisation des différents systèmes hydrauliques utilisés sur les matériels d'agroéquipement.

L'utilisation de banc hydraulique ou de matériel didactique permettra la réalisation de circuits de base afin de mettre en évidence les structures des circuits, leurs principes de fonctionnement et les notions de sécurité associées à l'utilisation des systèmes hydrauliques sur les matériels. La mesure des grandeurs physiques (débit, pression, perte de charge, etc..) nécessaires à la compréhension des circuits pourra être réalisée sur ces supports.

Les circuits hydrauliques conventionnels seront principalement étudiés. On abordera la présentation des circuits utilisant l'hydraulique proportionnelle au travers de différentes applications.

Les principes mécaniques, électriques, hydrauliques et pneumatiques, utilisés pour la commande des distributeurs hydrauliques seront décrits.

La lecture et la compréhension des schémas normalisés seront exigibles. À partir de la représentation schématique normalisée, l'apprenant sera amené à constituer des schémas hydrauliques simples et à les réaliser concrètement. En lien avec le module MP4, les documents techniques permettront de vérifier ou de relever des mesures permettant la recherche de dysfonctionnements.

L'identification et la fonction de différents composants mécaniques comme les générateurs, les récepteurs, les composants de distribution et de régulation seront aussi exigibles. La connaissance des huiles utilisées dans les moteurs et transmissions permettra de répondre aux exigences de maintenance des matériels.

La technologie et les principes de fonctionnement des coupleurs et des convertisseurs seront présentés dans le domaine de l'hydrocinétique.

Objectif 5 - Mobiliser des connaissances sur les différentes sources d'énergies pour identifier les enjeux liés à leur utilisation et à leur production dans une démarche de développement durable

Objectif 5.1 - Acquérir des connaissances sur les carburants et leurs caractéristiques physico-chimiques

L'enseignant assurera une veille scientifique afin d'actualiser la liste des carburants pétroliers et ceux issus de la biomasse disponibles sur le marché européen.

On distinguera les carburants destinés aux moteurs à allumage commandé de ceux destinés aux moteurs à compression. On comparera pour chacun d'entre eux certaines caractéristiques telles que la masse volumique, le point éclair, le pouvoir calorifique inférieur, le caractère solvant, la toxicité ...

Un lien avec l'étude des courbes caractéristiques des moteurs thermiques (objectif 1.3) permettra une comparaison des différents carburants et une évaluation des performances enregistrées dans des situations vérifiées de travail. Les documents disponibles auprès des organismes (CEMAGREF, CUMA, ETA, ...) faisant référence à l'utilisation des "nouveaux carburants" seront privilégiés comme support.

On présentera la famille des alcanes à partir de la tétravalence du carbone. Seule la nomenclature des dix premiers alcanes linéaires sera abordée.

On reliera la différence de structure entre les alcanes linéaires et ramifiés au pouvoir détonant afin d'introduire les indices d'octane (isooctane) et de cétane. On citera des additifs utilisés pour améliorer ces indices.

Objectif 5.2 - Acquérir des connaissances sur la combustion des carburants et les sous produits issus de leur utilisation

À partir d'une équation de réaction de combustion déjà équilibrée, on déterminera les quantités de matière des réactifs et des produits. Pour cela, on rappellera la loi de Lavoisier. Cette étude sera étendue aux huiles et aux carburants alternatifs oxygénés. On complétera cette étude par une présentation des polluants issus de la combustion des carburants et de leurs incidences sur la santé .

On fera le lien entre le destockage du carbone par l'utilisation des énergies fossiles, l'élévation de la teneur en dioxyde de carbone et l'augmentation de l'effet de serre. La notion de bilan carbone devra être abordée à ce niveau.

Les motorisations hybrides ou à hydrogène pourront être évoquées au fur et à mesure de leur implantation sur le marché.

Objectif 5.3 - Appréhender les systèmes de production d'énergies renouvelables

Cet objectif a pour but d'identifier les énergies renouvelables utilisées et d'appréhender le contexte technique et réglementaire de la production et de l'utilisation de ces énergies.

Les visites et les interventions de partenaires extérieurs pourront compléter utilement les apports de connaissances sur les technologies de production d'énergies renouvelables. Dans le domaine de la production d'électricité, on limitera l'étude aux panneaux photovoltaïques et aux éoliennes. Cependant des exemples de méthanisation ou de cogénération pourront être évoqués.

On favorisera la compréhension des systèmes et de leur structure par la réalisation de montages simples mettant en évidence le fonctionnement des équipements.

Activités pluridisciplinaires

Fonctionnement des agroéquipements : 44h

STE (44h) / Physique-chimie (44h)

Il est demandé de mettre en œuvre des séquences de pluridisciplinarité afin de traiter certains des objectifs du module. Elles peuvent contribuer à aider l'apprenant à aborder des situations professionnelles évoquées lors de l'épreuve E5.

Les situations suivantes peuvent être privilégiées :

- Étude d'un tracteur associé à un outil de travail du sol pour mettre en évidence la liaison tracteur-outil avec la recherche des points de fonctionnement, d'équilibre, de basculement, de glissement, de patinage. Un système dynamométrique (ou équivalent) mesurera les valeurs des forces de traction. Les différentes valeurs mesurées permettront la construction de graphiques effort de traction par rapport au glissement.
- Passage de moteurs au banc de puissance en vue d'adopter une conduite raisonnée associée à l'étude de documents constructeurs présentant les performances des moteurs
- Utiliser des appareils de contrôle et de mesure sur les systèmes électriques et/ou hydrauliques d'un matériel d'agroéquipement (tracteur, automoteur).
- Identifier les composants d'un système automatisé d'un matériel d'agroéquipement (tracteur, automoteur,...).
- Présenter une chaîne d'acquisition et de traitement automatisé de signaux.
- Effectuer ou assister (lors d'une visite) à un contrôle de circuit de climatisation et à l'opération de maintenance (recharge).
- Visites(s) en relation avec les énergies renouvelables.
- Interventions de partenaires extérieurs (EDF, pétroliers, ...)

D'autres situations de pluridisciplinarité pourront être envisagées par l'équipe pédagogique en fonction des particularités et des équipements des établissements.

Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

Autoédition BP 6, 65190 FRECHOU. Fax : 05 62 35 08 32

DVD ALPHA : Embrayage, Coupleur, Convertisseur de couple

DVD BETA : Les boîtes de vitesses- notion théoriques

DVD GAMMA : Les boîtes de vitesses mécaniques

DVD PULVE 1 : Technologie des pulvérisateurs 1^{ère} partie

DVD PULVE 2 : Technologie des pulvérisateurs 2^{ème} partie

- Les machines agricoles, conduite et entretien Philippe LERAT Editions TEC et DOC ISBN 2-7430-0327-8
- Lexique illustré du machinisme et des équipements agricoles, Technologie de l'agriculture CEMAGREF, collection formagri tome 1, éditions TEC et DOC ISBN 2-85362-218-5
- Les tracteurs agricoles CEMAGREF, collection formagri tome 2, éditions TEC et DOC ISBN 2-85362-259-2
- Travail du sol, semis et plantation CEMAGREF, collection formagri tome 3, éditions TEC et DO ISBN 2-85206-950-4
- Les matériels de récolte des fourrages, ensilage et distribution CEMAGREF, collection formagri tome 6, éditions TEC et DOC ISBN 2-85206-810-9
- Les moissonneuses batteuses CEMAGREF, collection TEC et DOC tome 7, éditions TEC et DOC ISBN 2-85206-866-4
- Les matériels de fertilisation et traitement des cultures CEMAGREF, collection formagri, éditions TEC et DOC ISBN 2-85362-458-7
- Mise en conformité des machines mobiles agricoles et forestières CEMAGREF, collection TEC et DOC ISBN 2-85362-532-X
- Les liaisons tracteur-outils EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-541-4
- Les liaisons tracteur-outils EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-448-6
- Banc d'essai tracteur EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-713-5
- Banc d'essai tracteur EDUCAGRI ISBN 978-84444-714-2
- Les fonctions automatiques du pulvérisateur EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-397-7
- Les fonctions automatiques du relevage électronique EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-299-4
- Agroéquipement : les fonctions automatiques des transmissions EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-336-6
- Electronique embarquée, échanges de données EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-531-5
- Electronique embarquée : aide à la conduite EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-532-2
- Les systèmes automatisés dans les agroéquipements EDUCAGRI ISBN 978-2-84444-337-3
- DIESEL, technologie générale FOUCHER ISBN 2-216-00393-X
- Moteurs Diesels, diagnostics et mises au point FOUCHER ISBN 2-216-08859-5
- L'automobile, technologie professionnelle générale FOUCHER
- Automobile, électricité et électronique FOUCHER
- Technologie des transmissions, Alpha André ABADIA ISBN 2-9512128-0-1
- Technologie des transmission, Gamma André ABADIA ISBN 2-9512128-4-4
- Technologie des pulvérisateurs André ABADIA ISBN 2-9512128-2-8
- Les aides pédagogiques Jean MASSONNAUD
 - Moteur
 - Transmission
 - Injection
 - Electricité 1
 - Electricité 2
 - Hydraulique
 - Pneumatique
- Mécanisation du vignoble ITV ISBN 2-906417-02-5
- Irrigation CEMAGREF ISBN 2-85362-592-3
- La tensiométrie pour piloter les irrigations EDUCAGRI ISBN 2-84444-077-0