

Document
d'accompagnement
du référentiel
de formation



Inspection de l'Enseignement Agricole

Diplôme :

Baccalauréat professionnel Agroéquipement

Module : MP 7

Caractérisation des technologies et de leurs évolutions dans les agroéquipements

Préambule

Les documents d'accompagnement ont pour vocation d'aider les enseignants à mettre en œuvre l'enseignement décrit dans le référentiel de diplôme en leur proposant des exemples de situations d'apprentissage permettant de développer les capacités visées. Ils ne sont pas prescriptifs et ne constituent pas un plan de cours. Ils sont structurés en items recensant les savoirs mobilisés assortis de recommandations pédagogiques.

L'enseignant a toute liberté de construire son enseignement et sa stratégie pédagogique à partir de situations d'apprentissage différentes de celles présentées dans les documents d'accompagnement. Il a aussi la liberté de combiner au sein d'une même situation d'apprentissage la préparation à l'acquisition d'une ou de plusieurs capacités.

Quels que soient les scénarios pédagogiques élaborés, l'objectif est l'acquisition des capacités présentées dans le référentiel de diplôme, qui nécessite de ne jamais perdre de vue l'esprit et les principes de l'évaluation capacitaire.

Rappel des capacités visées

Capacité 7 correspondant au bloc de compétences B7 : Adapter les équipements à la conduite d'un chantier en prenant en compte les transitions et les évolutions technologiques.

C7.1. Caractériser les technologies utilisées dans les équipements mobilisables sur le chantier

C7.2. Raisonner le choix des technologies dans un contexte de transitions

Finalités de l'enseignement

Cet enseignement répond au champ de compétences « Réalisation de travaux agricoles mécanisé » dont la finalité est d' « Optimiser le travail dans une démarche agro-écologique et en respectant les règles de l'éco-conduite ». La fiche de compétence correspondante peut être utilement consultée.

Ce module a une entrée à la fois scientifique, technologique mais aussi pratique pour répondre aux différentes problématiques techniques. Il vise à faire acquérir aux apprenants une démarche scientifique leur permettant d'appréhender (de s'approprier) le fonctionnement des matériels à des fins d'utilisation, de réglage, de paramétrage, sur un chantier mais aussi de leur donner des outils d'analyse et des techniques liées à des savoir-faire pratiques afin d'assurer la pérennité des matériels en réalisant une maintenance adaptée, en lien avec les enseignements du module MP 9. Cet enseignement doit s'inscrire dans une démarche prenant en compte les innovations technologiques, la sécurité, la préservation de l'environnement et les transitions.

Dans ce module, les apports en physique représentent un ensemble de savoirs associés qui doit permettre aux apprenants d'aborder avec profit l'enseignement des agroéquipements. Aussi, d'une manière générale, on privilégie résolument un enseignement qui s'appuie sur une approche contextualisée et expérimentale. Afin que cet enseignement de physique fasse réellement sens auprès des apprenants et soit par conséquent vraiment efficace. Une concertation préalable et un échange permanent entre enseignants / formateurs d'agroéquipement et de sciences physiques est vivement recommandé. Il s'agit de travailler sur des situations et des exemples contextualisés centrés sur l'explicitation de technologies des agroéquipements. Le travail interdisciplinaire et pluridisciplinaire est donc, à cet effet, à privilégier toutes les fois que cela est nécessaire. L'objectif est de permettre à l'apprenant de comprendre le fonctionnement des équipements, d'adapter la technologie en fonction de l'usage visé et d'en expliquer le fonctionnement afin de prendre des décisions techniques. Le futur professionnel doit être capable d'échanger en toute connaissance de cause aussi bien avec un professionnel aguerri au langage technique qu'avec un client.

En lien avec le module M9, les documents techniques utilisés dans ce module M7 permettent de vérifier ou de relever des mesures permettant la recherche de dysfonctionnements.

Les acquis du module M7 sont également réinvestis dans le module M9.

Précisions sur les activités supports potentielles

Des situations étudiées sur l'exploitation agricole ou hall agroéquipement de l'établissement, des visites d'entreprises, des interventions de professionnels, des démonstrations de matériel ou d'utilisation de logiciels, des séances pratiques en laboratoire de sciences physiques et en atelier agroéquipement participent à la construction de cet enseignement. Les périodes en milieu professionnel (PFMP), le vécu

personnel de chacun des apprenants (situations vécues ou observées hors contexte de stage) et la pluridisciplinarité intra ou inter-modulaires participent également à l'enseignement attaché aux capacités.

Les situations suivantes peuvent servir de support à des activités pluridisciplinaires :

- 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) mesure les valeurs des forces de traction. Les différentes valeurs mesurées permettent la construction de graphiques effort de traction par rapport au glissement.
- Étude énergétique d'une installation, d'un équipement ou d'un bâtiment (lors de visites) ...
- Étude d'un circuit hydraulique.
- 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).
- Identification des composants d'un système automatisé d'un matériel d'agroéquipement (tracteur, automoteur,...).
- Présentation d'une chaîne d'acquisition et de traitement automatisé de signaux.
- Contrôle de circuit de climatisation et opération de maintenance(recharge).
- Étude de nouvelles technologies mettant en évidence les transitions : drones, robots, GPS, cartographie ...

Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

Livres :

Fanchon JL (2019). Guide de mécanique. Éditions Nathan

Fanchon JL (2021). Guide des Sciences et Technologies Industrielles. Éditions Nathan

Sitographie :

<https://chlorofil.fr/diplomes/secondaire/bac-pro/1re-term/agroequip>

<https://eduscol.education.fr/sti/formations/bac-pro/bac-pro-maintenance-des-materiels-mm>

Notices techniques fournies par les constructeurs (voir sites dédiés)

Précisions sur les attendus de formation

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C7.1 Caractériser les technologies utilisées dans les équipements mobilisables sur le chantier	<ul style="list-style-type: none"> - Appropriation des éléments de technologie mis en œuvre dans le cadre d'un chantier - Exploitation de documents et de mesures - Analyse et explications de fonctionnement des équipements en situation 	<ul style="list-style-type: none"> Technologies des circuits hydrauliques Technologies des machines utilisant des échanges thermiques Technologies des systèmes électriques et automatisés Raisonnement de situations d'utilisation des matériels Les réglages des équipements 	<ul style="list-style-type: none"> Sciences et Techniques des Equipements Sciences Physiques

Conditions d'atteinte de la capacité

La capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure, pour chaque équipement mobilisable sur un chantier, d'identifier la technologie mise en œuvre, d'en analyser les diverses composantes et d'en expliquer le principe global.

Attendus de la formation

Cet enseignement vise à apporter les connaissances théoriques et les savoir-faire pratiques indispensables à la compréhension du fonctionnement des technologies présentes dans les agroéquipements. La finalité étant que l'apprenant soit en mesure d'expliquer le fonctionnement global d'une technologie mobilisée sur un chantier en utilisant un vocabulaire scientifique et technique adapté.

L'enseignement des disciplines présentes dans cette capacité s'appuie sur une approche contextualisée des problématiques. Il peut se faire en lien avec le module MP9, qui permet de mettre en œuvre les technologies et outils abordés dans le cadre d'un diagnostic ou d'une opération de maintenance, et avec le module MP8 qui traite de l'utilisation en sécurité d'un automoteur. De fait des enseignements interdisciplinaires, des séances de travaux pratiques au laboratoire de sciences physiques et en atelier agroéquipement doivent être favorisés afin que les apports notamment scientifiques soient perçus par les apprenants comme des outils au service de la compréhension des phénomènes physiques.

Technologies des circuits hydrauliques dans les agroéquipements

Dans le cadre de la réalisation de travaux agricoles, le salarié en charge de la préparation et du réglage des équipements mis en œuvre sur le chantier est amené à effectuer des opérations de vérifications du fonctionnement des appareils, à les préparer, à adapter les réglages et à opérer des diagnostics en cas de panne ou de dysfonctionnement durant le chantier. A ces fins il doit être en mesure de connaître certains éléments de technologies des circuits hydrauliques.

Statique des fluides

On rappelle la définition de la pression (absolue, différentielle, relative) dans un fluide et son lien avec la

force pressante, ainsi que le théorème de Pascal qui est illustré par l'étude de la transmission des pressions dans un vérin (fluide incompressible).

Le principe fondamental de l'hydrostatique est énoncé et appliqué, par exemple à l'étude d'une citerne. Les instruments de mesure de pression sont utilisés.

Dynamique des fluides

Après avoir donné la définition des débits massique et volumique, on exploite l'équation de conservation des débits lors d'un écoulement permanent afin de déterminer la vitesse du fluide. On applique l'équation de Bernoulli (la formule n'est pas exigible) à des cas concrets de l'agroéquipement (dans le cas d'un écoulement permanent d'un fluide parfait).

L'importance du phénomène de viscosité est décrite, et les différentes viscosités et leurs unités sont précisées.

Les natures d'écoulements sont identifiées à l'aide du nombre de Reynolds (expression donnée) : laminaire et turbulent.

La notion de perte de charges est définie et on s'attache à exploiter des données pour déterminer leur valeur en fonction du débit et de la géométrie du circuit.

On définit les paramètres qui interviennent pour optimiser les pertes de charge d'un système.

Étude des circuits hydrauliques et de leurs composants

Cette partie traite de l'organisation des différents systèmes hydrauliques utilisés sur les matériels d'agroéquipement.

L'utilisation de banc hydraulique ou de matériel didactique permet la réalisation de circuits simples 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 peut être réalisée sur ces supports.

Les circuits hydrauliques conventionnels sont principalement étudiés. On aborde 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 sont décrits.

La lecture et la compréhension des schémas normalisés sont nécessaires. À partir de la représentation schématique normalisée, l'apprenant est amené à constituer des schémas hydrauliques simples et à les réaliser concrètement.

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

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

Technologies des machines utilisant des échanges thermodynamiques

Dans le cadre de la réalisation de travaux agricoles, le salarié en charge de la préparation et du réglage des équipements mis en œuvre sur le chantier est amené à effectuer des opérations de vérifications du fonctionnement des appareils, à les préparer et à opérer des diagnostics en cas de panne ou de dysfonctionnement durant le chantier. A ces fins il doit être en mesure de connaître certains éléments de technologies des machines thermodynamiques.

Énergie thermique et thermodynamique

On présente certaines notions: systèmes thermodynamiques (ouvert, fermé, isolé), état d'équilibre, transformations adiabatiques, isochores, isothermes et isobares dans l'objectif de pouvoir décrire les phénomènes se produisant dans un moteur thermique, un circuit de climatisation ainsi que sa composition par exemple.

On définit, en lien avec le module MG1, la notion de température (comme une mesure de l'agitation des particules), la notion de pression (comme résultant de chocs élastiques des particules sur les parois) et de chaleur. On présente les différents types de thermomètres et les unités (échelles Celsius, Kelvin, Fahrenheit, relations).

On aborde la notion de calorimétrie: convention de signe ; capacité thermique massique ou chaleur massique ; quantités de chaleur échangées ($Q=m.C.\Delta T$), chaleur latente et changement d'état (les différents états de la matière, lois de changement d'état, $Q=m.L$).-Un protocole expérimental, appliqué au secteur des agroéquipements, est mis en œuvre pour déterminer une énergie de changement d'état et ainsi illustrer le fonctionnement des circuits de refroidissement utilisés dans les machines agricoles

Transferts thermiques

Après avoir décrit qualitativement les 3 modes de transferts thermiques (conduction, convection, rayonnement), on évoque les causes microscopiques du transfert thermique et on prévoit le sens d'un transfert thermique entre deux systèmes dans des cas concrets appliqués au secteur des agroéquipements. On présente le flux thermique et ses unités et on le calcule à travers une paroi plane constituée d'un matériau homogène, la valeur de la résistance thermique étant donnée. Les formules ne sont pas exigibles. On détermine le flux à travers une paroi après avoir associé des résistances ou des conductances thermiques. On calcule la résistance thermique globale d'une paroi d'un système constitué de différents matériaux (double, triple vitrage, isolation de murs ...).

Machines thermiques

Cet enseignement prend appui sur des notions abordées dans le module MG1 : chaîne énergétique, énergie, puissance qui est définie comme un « débit d'énergie » permettant le dimensionnement et le choix de matériel ou composant entrant dans un agroéquipement (moteur, vérin, pompe ...) et le rendement qui est abordé au travers de l'utilisation de certains matériels comme les moteurs, les mécanismes de transmission.

Cette partie est consacrée aux moteurs thermiques, machines frigorifiques et échangeurs thermiques. On définit les notions de rendement, efficacité, coefficient de performance pour les fonctionnements réversibles et on étudie les cycles Beau de Rochas et Sabathe. On décrit leur principe de fonctionnement et on identifie les transferts d'énergie mis en jeu pour réaliser des bilans énergétiques afin de pouvoir optimiser les réglages des équipements mobilisés sur le chantier dans le cadre de travaux agricoles mécanisés.

- **Le moteur thermique et ses asservissements**

La technologie et les principes de fonctionnement des moteurs thermiques sont étudiés : composants des moteurs essence ou Diesel, principe des cycles deux temps et quatre temps (étude du diagramme de Clapeyron), le turbocompresseur, les circuits d'alimentation, de refroidissement et de lubrification. Une attention particulière est portée à l'étude des évolutions des technologies appliquées à la motorisation et à la gestion électronique des paramètres de fonctionnement. On étudie une épure de distribution. On traite de manière spécifique les pollutions engendrées.

On réalise l'interprétation de courbes caractéristiques de performances des moteurs afin de mettre en évidence les notions suivantes : couple, puissance, réserve de couple, plage d'utilisation, consommation spécifique et horaire. On analyse ainsi des causes possibles de dysfonctionnement et d'optimisation de la conduite des agroéquipements (éco-conduite).

On étudie la technologie et les principes de fonctionnement des organes de transmission : embrayages, boîtes de vitesses, ponts, différentiels, réducteurs, prises de puissance. L'utilisation et l'exploitation des chaînes cinématiques permet de situer les différents éléments. Les graphiques de transmissions permettent d'expliquer l'étagement des rapports et leur utilisation dans le cadre de l'optimisation de la conduite des agroéquipements.

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

- **Machines frigorifiques et pompes à chaleur**

Cette partie porte sur la connaissance des machines utilisées dans les circuits de climatisation, de production de froid et de chaleur. On traite la machine frigorifique ou la pompe à chaleur : ses éléments constitutifs, les diagrammes de changements d'état du fluide frigorifique (diagramme de Mollier), les pollutions engendrées, on définit le coefficient de performance et on s'attache à montrer la différence avec la notion de rendement.

- **Échangeur thermique**

On décrit ses éléments constitutifs, les différents types d'échangeurs, les transferts de chaleur, la résistance thermique d'une paroi, la capacité thermique...

L'utilisation du diagramme de l'air humide peut se faire au travers d'un exemple concret, le séchage d'un produit, le confort d'ambiance dans un local.

Le cycle de Carnot est utilisé comme support principal pour la compréhension de ces échanges énergétiques. On l'applique 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 est présentée. Des abaques pression-température servent de support à l'étude des échanges thermodynamiques dans un système.

On cite 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 est abordée.

Technologies des systèmes électriques et automatisés

Dans le cadre de la réalisation de travaux agricoles, le salarié en charge de la préparation et du réglage des équipements mis en œuvre sur le chantier est amené à effectuer des opérations de vérifications du fonctionnement des appareils, à les étalonner, à adapter les réglages et à opérer des diagnostics en cas de panne ou de dysfonctionnement durant le chantier. A ces fins il doit être en mesure de connaître certains éléments de technologies des systèmes électriques et automatisés.

Utilisation des appareils de mesure de grandeurs électriques

L'étude des systèmes électriques, que l'on peut rencontrer au sein des engins mobilisables sur le chantier étudié, est faite dans le respect rigoureux des normes en vigueur. L'étude est introduite à partir de l'observation d'un circuit électrique simple. L'apprenant est sensibilisé en permanence à la prévention du risque électrique : protection de la personne, protection du matériel, habilitations.

On rappelle la structure de la matière pour introduire les bases de d'électricité et de l'électronique. Il convient de traiter les notions de résistance, tension, intensité..., les bases des lois qui régissent l'électricité et l'électronique. On identifie expérimentalement une tension continue, une tension alternative monophasée ou triphasée et on mesure des grandeurs électriques telles que la tension, l'intensité, la résistance, la période, la fréquence à l'aide d'un multimètre, pince ampèremétrique et /ou d'un oscilloscope.

L'atelier, le tracteur, les bâtiments doivent servir de supports pratiques à l'étude de ces grandeurs et des systèmes de protection.

Cette partie est à mettre en relation avec les savoirs mobilisés dans le module MG1.

Repérage des fonctions des éléments électriques et électroniques

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

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

La lecture de schéma électrique normalisé simple est attendue (lampe, interrupteur, résistance, alimentation, relais, fusible, transformateur, diode, transistor, amplificateur....)

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

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

On distingue les applications électriques embarquées des applications reliées aux réseaux. On étudie notamment les circuits de démarrage, de charge, d'allumage, d'éclairage...

On montre expérimentalement l'action des aimants : pôles magnétiques, attraction/répulsion, ...

On introduit la notion de champ magnétique : lignes de champ ; vecteur induction magnétique ; champ créé par une bobine, flux d'induction.

On évoque le phénomène d'induction électromagnétique.

On appréhende l'étude des moteurs électriques suivants :

- Moteurs à courant continu (description, fonctionnement),
- Moteur asynchrone triphasé : alimentation (montage étoile et triangle), champ tournant,
- Moteur pas à pas : principe de fonctionnement.

Étude des systèmes automatisés

A partir de l'étude d'un système automatisé sur un équipement, on montre les capteurs, la partie commande, la partie opérative et les afficheurs utilisés.

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

La gestion électronique des systèmes composant un tracteur (moteur, système de transmission, relevage...) ou d'un outil (pulvérisateur, épandeur, semoir...) servent de support pour la compréhension des automatismes et des asservissements utilisés.

L'approche de la gestion des automatismes se fait par la présentation d'un des langages de programmation utilisé sur un matériel d'agroéquipement. L'approche expérimentale grâce aux cartes Arduino peut être envisagée.

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

Étude d'installations : identification et explication des fonctions des éléments électriques et électroniques

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

On veille 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 accompagnent ces apports.

Raisonnement de situations d'utilisation des agroéquipements

Afin d'aborder à cette partie de l'enseignement, on réalise des rappels mathématiques de certaines notions : vecteurs, angles en radians, relations cosinus, sinus, tangente, théorème de Thalès, calculs de volume, d'aire, périmètre, conversions ... Pour cela il est utile que les enseignants de sciences physiques et d'agroéquipement se rapprochent de l'enseignant de mathématiques. Des applications de l'outil calculatrice peuvent être présentées (Solver, conversions ...) afin de faciliter la réalisation des opérations calculatoires par les élèves. **L'enseignement prend appui sur des situations contextualisées afin de bien relier ces notions au domaine professionnel et aux parties qui les mobilisent pour analyser le fonctionnement d'un agroéquipement.**

Conditions d'équilibre d'un système en translation ou en rotation

On veille à traiter cette partie en lien avec la partie physique du module MG1.

On rappelle la notion d'action mécanique modélisée par un vecteur force. Des exemples d'actions mécaniques réparties en surface sont abordés pour introduire les notions de forces pressantes et de pression. On prend soin de bien définir le système étudié. On montre au travers de cas simples que la nature du mouvement est fonction du référentiel choisi.

On énonce la première loi de Newton. On étudie particulièrement les équilibres liés à l'action de deux forces puis de trois forces coplanaires. On applique 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 montre l'utilité d'avoir recours à une résolution graphique. La résolution analytique est abordée dans le cas de forces parallèles.

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

Caractérisation de mouvements de solides appliquée aux agroéquipements

On étudie la deuxième loi de Newton uniquement appliquée à un système en translation. On évoque 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 mentionne la troisième loi de Newton (principe de l'action et de la réaction).

Dans les cas de mouvement de rotation, on insiste 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 aborde la notion de vitesse angulaire et on la relie à la notion de régime moteur.

Adhérence et frottements

L'étude de la liaison tracteur-outil permet 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 est faite par l'étude des conditions d'attelage et de répartition des masses.

La caractérisation des pneumatiques peut être abordée afin de mettre en évidence les notions d'adhérence.

Il s'agit pour l'apprenant de pouvoir reconnaître les différents matériaux utilisés dans les agroéquipements, de les caractériser succinctement, de connaître leurs propriétés, les traitements associés et de justifier leurs choix. La connaissance des 4 sollicitations de base (traction, cisaillement, torsion, flexion) est abordée afin que l'apprenant soit en mesure de les reconnaître à partir d'exemples simples en lien avec les agroéquipements. On peut également présenter d'autres sollicitations associées. On peut s'appuyer sur des simulations numériques pour visualiser l'état des contraintes ainsi que sur des techniques telles que l'impression 3D.

Capacité évaluée	Critères d'évaluation	Savoirs mobilisés	Disciplines
C7.2 Raisonner le choix des technologies dans un contexte de transitions	Prise en compte du contexte Justification des technologies au regard des contraintes et du contexte de transitions	Agriculture de précision Transition énergétique Transition Agroécologique Transition numérique	Sciences et Techniques des Equipements Sciences Physiques

Conditions d'atteinte de la capacité

La capacité est atteinte si l'apprenant est en mesure de justifier les choix technologiques effectués sur un chantier en lien avec le contexte de transitions. Pour cela il doit être capable d'analyser un contexte, d'appréhender les contraintes et d'expliquer les choix opérés en matière de technologies.

Attendus de la formation

Cet enseignement est conduit dans l'optique de faire raisonner l'apprenant sur les choix technologiques à effectuer en prenant en compte les transitions. Pour cela il doit être en mesure d'expliquer les adaptations technologiques proposées en lien avec le contexte de transition énergétique, l'agriculture de précision et la robotique.

L'enseignement de cette capacité s'appuie sur des situations concrètes abordées lors des séances de travaux pratiques et de pluridisciplinarité, de visites, de conférences d'intervenants extérieurs ...

L'enseignement des disciplines présentes dans cette capacité s'appuie sur une approche contextualisée des problématiques. Il peut se faire en lien avec le module MP5, qui traite des choix d'un équipement dans un contexte de transitions. De fait des enseignements interdisciplinaires, des visites d'entreprises ou d'installations, des séances de travaux pratiques au laboratoire de sciences physiques et en atelier agroéquipement sont privilégiés afin que les apports notamment scientifiques soient perçus par les apprenants comme des outils permettant d'expliquer les choix technologiques opérés au regard des contraintes et du contexte de transitions.

Choix raisonné des sources d'énergie dans un contexte de transition énergétique

Au-delà de la transition agroécologique le secteur des agroéquipements est concerné également par la transition énergétique, avec en particulier le développement important des motorisations électriques aussi bien sur les automoteurs que sur les machines attelées ou encore les robots agricoles. Cette transition devrait déboucher à moyen terme sur une autonomie énergétique des exploitations agricoles, avec un cycle court de l'énergie (production d'électricité renouvelable à la ferme et consommation par les machines de l'exploitation).

Identification des caractéristiques des carburants et des combustions

Cette partie est consacrée à l'étude des carburants. Elle est traitée essentiellement sous forme d'étude documentaire, de séance pratique, d'interventions de professionnels ou d'analyse de vidéos.

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

On distingue les carburants destinés aux moteurs à allumage commandé de ceux destinés aux moteurs à

compression. On compare pour chacun d'entre eux certaines caractéristiques telles que la masse volumique, le point éclair, le pouvoir calorifique inférieur, le caractère solvant, la toxicité (rejets de CO₂) ... On n'oublie pas de traiter également les carburants alternatifs (composition, mode de fonctionnement ...). Un lien avec l'étude des courbes caractéristiques des moteurs thermiques traitées dans la capacité C7.1 permet 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 » sont privilégiés comme support. On relie les carburants à la famille des alcanes que l'on présente à partir de la tétravalence du carbone. Seule la nomenclature des dix premiers alcanes linéaires est abordée. On relie 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 cite des additifs utilisés pour améliorer ces indices.

On définit les éléments caractérisant une réaction, on rappelle la loi de Lavoisier et on présente la méthodologie d'écriture d'une équation de réaction chimique équilibrée simple.

La réaction de combustion est définie à partir des équations chimiques des réactions de combustion des carburants. On détermine expérimentalement les transferts d'énergie ayant lieu au cours d'une combustion et on réalise une estimation de l'énergie libérée.

On complète cette étude par une présentation des polluants issus de la combustion des carburants et de leurs incidences sur la santé (on peut analyser des fiches toxicologiques pour comprendre les effets physiologiques des polluants). On fait le lien entre le déstockage 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 est abordée à ce niveau.

On évoque les dangers liés aux combustions et les moyens de prévention et de protection.

Production et utilisation de l'énergie électrique : piles, accumulateurs et moteurs hybrides ou à hydrogène

La transition énergétique induit des évolutions en terme de sources d'énergies et de motorisations. Les constructeurs d'engins agricoles intègrent de plus en plus de composants alimentés par des piles ou accumulateurs allant même pour certains jusqu'à développer des moteurs à hydrogène ou basés sur des piles à combustibles.

Afin de décrire de telles sources d'énergies et d'illustrer le fonctionnement de telles motorisations :

On présente la réaction chimique d'oxydoréduction (oxydant, réducteur, couple ...). On écrit l'équation chimique qui lui est reliée. On peut réaliser expérimentalement une classification électrochimique des métaux.

On réalise expérimentalement une pile électrochimique et on explique son fonctionnement. On propose un bilan énergétique.

Les notions de piles et accumulateurs sont définies et on met en évidence les caractéristiques qui les distinguent. On réalise expérimentalement un accumulateur afin de mettre en évidence ces différences. Le bilan énergétique d'un accumulateur peut être réalisé afin de montrer sa réversibilité.

On met également en évidence expérimentalement le fonctionnement d'une pile à combustible afin de définir l'ensemble de ses caractéristiques et applications.

On établit le lien entre cette partie et les motorisations hybrides ou à hydrogène (adaptation du moteur 4 temps à l'hydrogène / pile à combustible). Cela peut être réalisé sous forme d'étude documentaire, de vidéos ...

Production et utilisation des énergies renouvelables

Cette partie 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.

La production d'électricité au sein d'une exploitation ou d'une installation est abordée et on liste les

diverses possibilités qui sont offertes : panneaux photovoltaïques, éoliennes, méthanisation. Pour chacune de ces possibilités on réalise une étude du principe de fonctionnement ainsi qu'un bilan énergétique. On étend l'étude aux systèmes de production de chaleur et on présente succinctement la cogénération, les pompes à chaleur ainsi que la géothermie. On décrit le principe et on réalise un bilan énergétique afin de pouvoir choisir le système le mieux adapté à l'exploitation sur laquelle se déroule le chantier et notamment le plus économe en terme de consommation d'énergie par les machines de l'exploitation. Une étude comparative des diverses sources abordées est réalisée afin d'identifier les avantages et inconvénients de chacune d'elles. On étend la réflexion aux déchets issus de ces sources et leurs traitements ainsi que leur impact sur l'environnement.

Cette partie du référentiel gagnera à prendre appui sur des visites et des interventions de partenaires extérieurs qui compléteront ainsi utilement les apports de connaissances sur les technologies de production d'énergies renouvelables. De nombreuses ressources sont également disponibles sous forme de vidéos ou de documents.

Agriculture de précision et robotique au service des transitions

Les technologies de l'agriculture de précision

Cette partie peut être traitée sous la forme de visites, d'interventions de professionnels afin de compléter les apports de connaissances sur l'agriculture de précision. Elle n'a pas vocation à aborder de manière exhaustive les diverses technologies de l'agriculture de précision. L'enseignement se limite à présenter les utilisations de ces systèmes et leurs principales caractéristiques.

- GPS

L'enseignant présente le principe général de fonctionnement d'un GPS : notion d'ondes, principe de la triangulation, précision, divers types de guidages dont il présente avantages et inconvénients.

On met en évidence ses applications en lien avec les agroéquipements

- Drone

L'enseignant présente le principe général de fonctionnement d'un drone, précise ses applications et traite la législation en vigueur.

- Cartographie

L'enseignant présente le principe général de la cartographie et ses applications. Il traite les différents types de cartes et aborde différentes applications : la coupe de tronçons, la modulation de doses ...

Des applications pour Smartphones en lien avec ces technologies peuvent être présentées.

- Matériel d'accompagnement

L'enseignant présente le principe général de fonctionnement de gestion de coupe de tronçon, éléments semeurs... Il traite des systèmes de précision sur les pulvérisateurs, distributeurs d'engrais et semoirs par exemple.

Cette partie est traitée en lien avec le module MP8.

Les technologies de la robotique

Cette partie aborde le fonctionnement général d'un robot. A cette fin des notions vues dans les parties traitant de la mécanique, de l'électricité, hydraulique et thermique peuvent être réinvesties pour traiter ce thème.

Elle peut prendre appui sur des visites d'entreprises, d'installations ou d'exploitations afin d'appliquer

l'étude du robot à un cas concret. Si toutefois l'enseignant ne dispose pas de ce type de support, l'étude peut être réalisée à partir de vidéos, documents écrits ou autre ...

Le choix du robot est à adapter au contexte local : robot de semis ou plantation, de désherbage, traitement, travail du sol, robot de traite, robot d'alimentation, robot racleur ...

Les visites réalisées dans le cadre de ce module sont réinvesties pour traiter des notions de la capacité C7.1