

# Document d'accompagnement du référentiel de formation



## Inspection de l'Enseignement Agricole

**Diplôme :**  
BTSA GEMEAU

**Module :**  
M 55 Equipements d'un système hydraulique pluritechnique

**Objectif général du module :**  
Choisir les équipements d'un système hydraulique pluritechnique et leurs éléments constitutifs

### Indications de contenus, commentaires, recommandations pédagogiques

Ce module a pour finalité d'apporter aux apprenants les connaissances scientifiques et techniques, et les savoir-faire fondamentaux pour mettre en œuvre une démarche d'analyse et un raisonnement nécessaire aux prises de décisions d'ordre technique relatives aux choix des équipements hydrauliques et électrotechniques en référence à leur environnement externe (système hydrotechnique) et interne (éléments constitutifs : composants, accessoires,...).

Il privilégie une approche fonctionnelle qui permet à l'apprenant de conceptualiser la fonction d'un équipement, de différencier les technologies mises en œuvre et de s'imprégner du langage technologique usuel.

Les notions indispensables d'hydraulique, d'électrotechnique et d'automatisme, sont acquises en favorisant une approche pragmatique.

Pour éviter toute redondance, ce module doit être conduit en relation avec les modules M 53 et M 57.

**Objectif 1 Analyser la constitution, le fonctionnement et le comportement d'un système hydraulique pluritechnique et de ses éléments constitutifs (*équipements, composants, accessoires*).**

**Mots clés :** analyse fonctionnelle, temporelle, structurelle, chaînes d'énergie et d'acquisition, GRAFCET

L'analyse se fonde sur les trois approches complémentaires (*analyse fonctionnelle, temporelle, structurelle*) usuellement utilisées pour l'étude des systèmes pluritechniques. Ces apports méthodologiques s'appuient sur les préacquis en Bac Technologique STAV et des exemples concrets.

Il est déconseillé de traiter cette partie de façon indépendante et magistrale.

Pour l'analyse fonctionnelle d'un système hydrotechnique (ou d'un équipement ou d'un élément constitutif) se limiter à l'identification et la hiérarchisation des sous-fonctions techniques et à l'identification des flux (énergie, information).

Mettre en évidence les technologies associées aux sous-fonctions associées aux chaînes d'énergie et d'acquisition.

Pour décrire l'évolution du fonctionnement séquentiel, utiliser préférentiellement le GRAFCET (GRAPhe Fonctionnel de Commande des Etapes et Transitions), en se limitant au GRAFCET des tâches. Ne pas négliger la description sous forme littérale.

## Objectif 2 Déterminer les caractéristiques physiques et dimensionnelles d'un système hydraulique pluritechnique et de ses éléments constitutifs

**Mots clés :** Hydraulique, hydrostatique, hydrodynamique, conservation de la masse, théorème de Bernoulli, charge, ligne de charge, ligne piézométrique, écoulement turbulent, régime turbulent rugueux, pertes de charge, écoulement à surface libre, régime critique, courant alternatif, valeur efficace, consommation énergétique

Dans cette partie, l'étude des systèmes hydrotechniques se rapporte à une entité composée d'un système hydraulique associé à un système électrique. Ils peuvent être automatisés ou régulés.

Les systèmes hydrauliques se rapportent aux écoulements en charge (sous pression) et à surface libre.

### Objectif 2.1 Appliquer des lois fondamentales d'hydraulique et les interpréter

L'application des lois fondamentales a pour but de caractériser les transferts d'énergie hydraulique.

Se limiter à la maîtrise de la loi de l'hydrostatique, de la loi de conservation de la masse et du théorème de Bernoulli.

Insister sur l'interprétation graphique du théorème de Bernoulli en fonction de la distance (plan de charge, ligne de charge, ligne piézométrique) et en un point (courbe caractéristique : évolution de la charge en fonction du débit).

### Objectif 2.2 Identifier et caractériser les écoulements hydrauliques

La classification des régimes hydrauliques, en écoulement en charge et en écoulement à surface libre, se fera à partir des nombre de Reynolds et de Froude.

Insister sur le régime turbulent hydrauliquement rugueux.

Pour les écoulements graduellement variés, se limiter aux courbes F et T de la nomenclature française.

Présenter différentes manières d'estimer les pertes de charge linéaires. Préciser le domaine de validité des méthodes utilisées. Préférer l'utilisation de formules de type monôme.

Aborder les pertes de charges singulières.

### Objectif 2.3 Appliquer des lois fondamentales d'électricité et les interpréter

En se fondant sur les préacquis relatifs au courant continu (loi d'Ohm, loi de Joule), il convient de mettre en évidence les spécificités du courant alternatif (tension, intensité, déphasage, puissances et relèvement du facteur de puissance).

### Objectif 2.4 Déterminer le point de fonctionnement d'un système hydraulique pluritechnique

On se limitera aux cas simples.

Les méthodes de détermination du point de fonctionnement d'un système hydrotechnique complexe ne sont pas exigibles.

Faire appréhender la notion d'équilibre des paramètres hydrauliques dans un système complexe, à l'aide de méthodes itératives. Les calculs seront abordés à l'aide de logiciels professionnels dans le module MP57.

Aborder la notion de systèmes régulés TOR (tout ou rien) et PID (proportionnel-intégral-dérivé).

Aborder la notion de caractéristique résultante d'un réseau et d'un système de pompage (systèmes équivalents, associations en série et en parallèle).

L'adaptation du point de fonctionnement de l'installation de pompage sera proposée en considérant l'ensemble des solutions techniques (vannage, variation de vitesse, rognage, rendement pompe, rendement moteur, ...)

Les causes de dysfonctionnement hydraulique (notamment la dépression, la cavitation, le coup de bélier) seront mises en évidence dans des cas pratiques.

## Objectif 3 Caractériser les principaux équipements et leurs technologies

**Mots clés :** fonctions, transporter, distribuer, convertir, réguler, automatiser, fontainerie, vannes, conduites, clapets, ventouse, purgeurs, pompe, électropompe, organes de régulation, accessoires, composants, branchements

La caractérisation d'un équipement ou d'un composant se fonde sur l'analyse fonctionnelle (*interne et externe*). A partir des fonctions principales (*transporter, distribuer, convertir, réguler, automatiser,...*) pour les réseaux hydrauliques (*en charge et à surface libre*) et électriques, il convient de mettre en évidence les différences technologiques et spécificités des équipements et de ses éléments constitutifs. On se limitera pour la partie motorisation au moteur asynchrone.

*La caractérisation prend en compte aussi l'emplacement de l'équipement (ou des éléments constitutifs) dans le système hydrotechnique et le domaine d'utilisation (Ex : eaux claires ou chargées ; réseau d'irrigation, d'adduction de distribution, de collecte,...)*

Elle exclut toute tentative de présentation exhaustive.

Insister sur les évolutions technologiques récentes

**Objectif 3.1 Caractériser la fonction d'un équipement et de ses éléments constitutifs.**

**Objectif 3.2 Situer l'équipement dans un système hydraulique ou hydrotechnique.**

**Objectif 3.3 Différencier les solutions technologiques utilisées dans un équipement.**

**Objectif 3.4 Caractériser les matériels ou composants qui concourent à assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement**

**Objectif 4 Réaliser une analyse comparative pour optimiser le choix d'équipements, de composants ou d'accessoires**













**Mots clés :** *durabilité, rendement, durée de vie, fonctionnement, consommation énergétique, implantation, protection des personnes, protection des biens, préservation de l'environnement*

Il s'agit à partir de documents techniques d'aborder les différents critères de choix et à partir d'une analyse comparative de proposer des choix techniquement acceptables.

(exemples : type de pompe, rendement, durée de vie, fonctionnement, consommation énergétique, implantation ...).

La protection des personnes, des biens et de l'environnement est à traiter en relation avec le module MP58.

## Références documentaires ou bibliographiques pour ce module

	Hydraulique générale et appliquée, Carlier M, [1998] Eyrolles
	Hydraulique générale, Lencastre A, [2002] Eyrolles
	Mécanique des fluides, 2001, Paris. Tome I et II (Ecole Centrale), Candel, S., [2001] ; Dunod
	Hydrodynamique de l'environnement, Thual O, [2010] Les Editions de l'Ecole Polytechnique
	Mécanique de fluides, BTS CIRA <a href="http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/phys/Bts-Cira/mecaflu/Mecaflu_BTS_web.htm">http://www.ac-nancy-metz.fr/enseign/physique/phys/Bts-Cira/mecaflu/Mecaflu_BTS_web.htm</a>
	Cours d'hydrologie urbaine, Tassin B, Ecole nationale des ponts et chaussées, <a href="http://www.enpc.fr/cereve/HomePages/tassin/hydrurb00/">http://www.enpc.fr/cereve/HomePages/tassin/hydrurb00/</a>
	Cours d'hydraulique, dynamique et morphologie fluviale, Degoutte G, AgroParisTech/ENGREF, [2004] <a href="http://www.agroparistech.fr/coursenligne/hydraulique/hydraulique.html">http://www.agroparistech.fr/coursenligne/hydraulique/hydraulique.html</a> Voir aussi <a href="http://graduateschool.agroparistech.fr/index.php?table=cours">http://graduateschool.agroparistech.fr/index.php?table=cours</a>
	Mesures et environnement, Thévenot D, Tassin B, ENPC, UPVM, CEMAGREF, [2004] <a href="http://www.enpc.fr/cergrene/HomePages/thevenot/WWW-DEA-STE/www-tc2/index.html">http://www.enpc.fr/cergrene/HomePages/thevenot/WWW-DEA-STE/www-tc2/index.html</a>
	Mécanique des Fluides, Broch.P, cours, Université Nice Sophia Antipolis ; <a href="http://www.unice.fr/zetetique/polycop_phys.pdf">http://www.unice.fr/zetetique/polycop_phys.pdf</a>
	Hydraulique à surface libre, Notes de cours, Annecy C, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, [2010] <a href="http://lhe.epfl.ch/cours/cours-hydraulique.pdf">http://lhe.epfl.ch/cours/cours-hydraulique.pdf</a>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode d'analyse :</li> <li>- <a href="http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r11/afb.pdf">http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r11/afb.pdf</a>;</li> <li>- <a href="http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r11/AF.pdf">http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r11/AF.pdf</a>;</li> <li>- <a href="http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r11/adb-pdf.prn.pdf">http://www.si.ens-cachan.fr/ressource/r11/adb-pdf.prn.pdf</a>;</li> <li>- <a href="http://pedagogie.ac-toulouse.fr/biotech-sante-envir/1_analyse_fonctionnelle.pdf">http://pedagogie.ac-toulouse.fr/biotech-sante-envir/1_analyse_fonctionnelle.pdf</a></li> </ul>
	Electricité et Analogie Hydraulique, Pochon JF, Institut Suisse de Pédagogie pour la Formation Professionnelle, [2003]. <a href="http://cpnv.educanet2.ch/electrojf/Memoire%20professionnel.PDF">http://cpnv.educanet2.ch/electrojf/Memoire%20professionnel.PDF</a> <a href="http://www.electrons.ch/Analogie%20hydraulique.pdf">http://www.electrons.ch/Analogie%20hydraulique.pdf</a> <a href="http://www.electrons.ch/Pr%E9sentation%20m%E9moire.pdf">http://www.electrons.ch/Pr%E9sentation%20m%E9moire.pdf</a>