


RS430.100.25.2433	<i>Descriptif de module</i>		haute école  ingénierie neuchâtel berne jura <small>www.he-arc.ch</small>	
Métrologie et Traitement de signal				
<i>Responsable du module</i> Jean-Daniel Lüthi	<i>Version validée</i> 15 septembre 2025	<i>Année académique</i> 2025-2026	<i>Code</i> 2433	<i>Page</i> 1/7

Descriptif de module

Domaine : Ingénierie et Architecture

Filière : Microtechniques

Orientation : Ingénierie horlogère, Ingénierie biomédicale, Ingénierie industrielle

Axe d'enseignement : Système et instrumentation

1. Intitulé de module Métrologie et Traitement de signal

Code : 2433

Type de formation : Bachelor Master MAS DAS CAS Autres :

Langue principale d'enseignement : Français Anglais Allemand

2. Organisation

Crédits ECTS : 8

Unités d'enseignement :

N°	Type	Désignation	Période pédagogique (semestre)						
			1	2	3	4	5	6	
2433.1	TP	Acquisition et traitement du signal I				3			
2433.2	TP	CEM et électronique				3			
2433.3	TP	Vision industrielle				3			
2433.4	TP	Métrologie appliquée				2			
	Examen								
Total						11			

Indication en périodes d'enseignement hebdomadaires (45 min.)

CT – Cours théorique ; TP - Travail pratique ; PR – Projet

Volume de travail :

	heures
Enseignement	124
Travail personnel	116
Travail total	240


3. Prérequis

Avoir validé les modules : 1431 Sciences IA, 1432 Sciences IB, 1460/1465 Electronique

Avoir suivi les modules : 2428 Sciences II MIC, 2432 Electronique et Capteurs


Pas de prérequis

Autres :

RS430.100.25.2433	Descriptif de module			
Métrieologie et Traitement de signal				
Responsable du module	Version validée	Année académique	Code	Page
Jean-Daniel Lüthi	15 septembre 2025	2025-2026	2433	2/7

4. Objectifs d'apprentissage

Objectifs d'apprentissage visés par le module	<p><i>Les objectifs d'apprentissage de ce module sont classés selon les trois degrés croissants de difficulté : (C) Connaissances et compréhension (A) Application, (J) Jugement (analyse, synthèse, évaluation).</i></p> <p>A l'issue du module, l'étudiant est capable de :</p> <p>Acquisition et traitement du signal I</p> <ul style="list-style-type: none"> - Appliquer la méthodologie de programmation et les outils d'analyse. (J) - Décrire le principe de fonctionnement des composants d'un système d'acquisition. (C) - Paramétrer une application d'acquisition de données. (A) - Développer une application capable de contrôler un processus et de communiquer en réseau. (J) <p>CEM et PCB</p> <ul style="list-style-type: none"> - Décrire les caractéristiques des différents mécanismes perturbateurs. (C) - Analyser un système du point de vue de la compatibilité électromagnétique sur la base des différents modes de couplage et de circuits équivalents. (A) <p>Orientation IHO :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrire les caractéristiques d'un circuit imprimé (PCB). (C) ▪ Expliquer l'effet du magnétisme sur les montres. (A) ▪ CEM et smartwatches. (A) <p>Orientation MTE :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Réaliser un PCB en respectant les règles de l'art pour éviter les perturbations électromagnétiques et réduire le niveau de bruit (A) ▪ Trouver les moyens d'amélioration des propriétés des systèmes du point de vue de la CEM. (J) <p>Vision industrielle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Expliquer les principes de base des analyses d'image utilisés en vision industrielle. (C) - Développer une application de vision industrielle. (A) - Déterminer le type de caméra, optique et illumination ainsi que la stratégie d'analyse pour une inspection donnée. (J) <p>Métrieologie appliquée</p> <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser l'étalonnage d'un instrument de mesure en un point de mesure. (A) - Réaliser la droite d'étalonnage d'un instrument de mesure. (A) - Analyser et interpréter les résultats des mesures et des incertitudes associées aux niveaux de confiance. (J)
--	---

RS430.100.25.2433	<i>Descriptif de module</i>		haute école  ingénierie neuchâtel berne jura <small>www.he-arc.ch</small>	
Métrieologie et Traitement de signal				
<i>Responsable du module</i>	<i>Version validée</i>	<i>Année académique</i>	<i>Code</i>	<i>Page</i>
Jean-Daniel Lüthi	15 septembre 2025	2025-2026	2433	3/7

5. Modalités d'évaluation et de validation

Note finale du module :

$$M = \frac{m_{ATS} + m_{PCB} + m_{VI} + m_{MA}}{4}$$

$$m_{ATS} = \frac{n_{ATS} + e_{ATS}}{2}$$

avec les définitions :

m_{ATS}	=	moyenne des notes Acquisition et traitement de signal I
n_{ATS}	=	note du cours Acquisition et traitement de signal I
e_{ATS}	=	note de l'examen écrit Acquisition et traitement de signal I
m_{PCB}	=	moyenne des notes CEM et conception PCB
m_{VI}	=	moyenne des notes Vision industrielle
m_{MA}	=	moyenne des notes Métrieologie appliquée

Toutes les notes, les moyennes des unités d'enseignement (m_i) ainsi que la moyenne du module sont précisées au dixième de point.

Conditions de réussite :


Moyenne finale du module	$M \geq 4.0$ (arrondie au demi-point)
Moyennes	$m_i \geq 3.0$ (arrondies au dixième de point)

6. Modalités de remédiation

- Remédiation possible
 Pas de remédiation
 Autre (précisez) : ...

7. Modalités de répétition

L'étudiant qui répète un module ne refait pas les unités d'enseignement du module dont la moyenne m_i est égale ou supérieure à 5.0 arrondi au 1/2 point. Sur demande l'étudiant peut refaire une unité d'enseignement à laquelle il n'est pas astreint.


RS430.100.25.2433	<i>Descriptif de module</i>			
Métrologie et Traitement de signal				
<i>Responsable du module</i> Jean-Daniel Lüthi	<i>Version validée</i> 15 septembre 2025	<i>Année académique</i> 2025-2026	<i>Code</i> 2433	<i>Page</i> 4/7

8. Contenu et formes d'enseignement

Objectifs de l'unité d'enseignement


Acquisition et traitement du signal I

Identifiant	2433.1
Méthode d'enseignement	Cours, exercices et travaux pratiques de laboratoire
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer les principes de base de l'acquisition de signaux - Décrire les caractéristiques des signaux numériques et analogiques. - Décrire les bases du fonctionnement d'un système d'acquisition. - Choisir et configurer les paramètres d'échantillonnage et de quantification. - Acquérir et générer des signaux. - Reconnaître le bruit présent sur les signaux. - Appliquer la transformée de Fourier et analyser ses résultats. - Paramétrer et utiliser des filtres numériques. - Programmer une application à l'aide du logiciel Labview. - Utiliser des machines d'état.
Modalités d'évaluation	<p>Au minimum 2 évaluations sous la forme de contrôles principaux ou rapports de travail pratique)</p> <p>1 examen au semestre printemps.</p>
Description du contenu (mots clés)	<p>Signaux analogiques. Signaux numériques. Classification des signaux. Bruit. Rapport signal/bruit. Décibel. Chaîne d'acquisition de données. Echantillonnage. Quantification. Traitement du signal. Série de Fourier. Transformée de Fourier. Transformée de Fourier discrète. Spectre. Filtres.</p>
Supports de cours	Cours photocopiés et powerpoints.
Outils utilisés	Labview et système d'acquisition de données.
Bibliographie	<p><i>Polycopié de traitement du signal</i>, HE-Arc, 2012</p> <p>Francis Cottet, <i>Traitement du signal</i>, Paris : Dunod, 2017.</p> <p><i>Traitement du signal : bases théoriques</i>, Paris : Techniques de l'ingénieur, 2013</p>
Particularité d'organisation	Rien de particulier

RS430.100.25.2433	<i>Descriptif de module</i>			
Métrieologie et Traitement de signal				
<i>Responsable du module</i>	<i>Version validée</i>	<i>Année académique</i>	<i>Code</i>	<i>Page</i>
Jean-Daniel Lüthi	15 septembre 2025	2025-2026	2433	5/7


Objectifs de l'unité d'enseignement
CEM et électronique

Identifiant	2433.2
Méthode d'enseignement	Cours, exercices et travaux pratiques en laboratoire.
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> - Décrire les fondements de la Compatibilité ElectroMagnétique. - Expliquer les mécanismes de couplage des perturbations. - Décrire les modèles de circuits équivalents des composants. - Lister les différents types de bruits et leurs caractéristiques. - Choisir des filtres. - Utiliser des ferrites. - Expliquer les phénomènes électromagnétiques en fonction de leurs fréquences. - Décrire le phénomène d'apparition des ondes sur un support. - Décrire les influences des câbles dans le contexte de la CEM et choisir un blindage. <p><i>Pour l'orientation IHO :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Décrire les caractéristiques d'un circuit imprimé (PCB) ▪ Expliquer les phénomènes électromagnétiques perturbateurs dans le contexte de mesures horlogères. ▪ Décrire les spécificités de la CEM sur les montres futées. <p><i>Pour l'orientation MTE :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proposer des systèmes de protection contre les perturbations EM. ▪ Lister les essais CEM en immunité et en émission. ▪ Décrire les normes CEM et le processus du Marquage CE. ▪ Réaliser un circuit imprimé à l'aide d'un logiciel de conception. ▪ Savoir router correctement un circuit imprimé. ▪ Utiliser des plans de masse. ▪ Grouper les signaux par type pour mieux les protéger.
Modalités d'évaluation	Au minimum deux évaluations sous la forme de contrôles principaux et/ou rapports d'expériences et/ou tests de laboratoire individuels.
Description du contenu (mots-clés)	CEM, EMC, Coupling, CE marking, European directives, ESD, BURST, SURGE, PCB, Conception.
Supports de cours	Cours photocopiés, Powerpoint
Outils utilisés	Altium Designer
Bibliographie	<p>Alain Charoy, <i>Compatibilité électromagnétique</i>, Paris : DunodTech, 1992.</p> <p>Alain Charoy, <i>Parasites et perturbations des électroniques</i> (4 volumes), Paris : DunodTech, 1992.</p> <p>Christian Tavernier, <i>Guide pratique de la CEM</i>, Paris : Dunod, 1999.</p> <p><i>Manuel de la CEM</i>, Schaffner, 2000.</p> <p>Ralph Morrison, <i>Grounding & Shielding techniques in instrumentation</i>, Wiley-Interscience, 1986.</p> <p>Jo Horstkotte, <i>CE-Kennzeichnung</i>, Paperback, 2014.</p> <p>Jean-Louis Cocquerelle, <i>CEM et électronique de puissance</i>, Editions Technip, 1999</p> <p>Jacques Cu villier, <i>Cours de CEM, Notions élémentaires</i>, IUT Nantes, 2002.</p> <p><i>Techniques de l'ingénieur : CEM</i>, 2018.</p> <p><i>Directives harmonisées européennes CEM, série EN-61000-4-XX</i>, AFNOR, 2018.</p>
Particularité d'organisation	Rien de particulier

RS430.100.25.2433	<i>Descriptif de module</i>			
Métrologie et Traitement de signal				
<i>Responsable du module</i> Jean-Daniel Lüthi	<i>Version validée</i> 15 septembre 2025	<i>Année académique</i> 2025-2026	<i>Code</i> 2433	<i>Page</i> 6/7

Objectifs de l'unité d'enseignement
Vision industrielle

Identifiant	2433.3
Méthode d'enseignement	Cours, séminaire, exercices et travaux pratiques
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> - Expliquer le fonctionnement des capteurs d'image (imageurs) CMOS et CCD - Dimensionner des systèmes de vision. - Sélectionner les éclairages. - Appliquer les algorithmes de prétraitement et de filtrage d'images - Utiliser les algorithmes d'analyse d'images (Blobs, Pattern Matching, Edges) - Effectuer une calibration et utiliser des repères. - Réaliser des applications pratiques. - Programmer des systèmes de vision.
Modalités d'évaluation	<p>Au moins 1 contrôle principaux, écrits, annoncés et obligatoires.</p> <p>Au moins 1 rapport de laboratoire ou séminaire</p>
Description du contenu (mots-clés)	Imageurs, Dimensionnement de systèmes de vision, Éclairages, filtre 2D, Image analysis, Blobs, Pattern Matching, Edges, Calibration.
Supports de cours	Au choix de l'enseignant
Outils utilisé	Matrox Design Assistant
Bibliographie	<p>Supports de cours des enseignants</p> <p>Carsten Steger et al., <i>Machine Vision Algorithms and Applications</i>, Wiley-VCH, 2008.</p>
Particularité d'organisation	Rien de particulier

RS430.100.25.2433	Descriptif de module			
Métrologie et Traitement de signal				
Responsable du module	Version validée	Année académique	Code	Page
Jean-Daniel Lüthi	15 septembre 2025	2025-2026	2433	7/7

Objectifs de l'unité d'enseignement	Métrologie appliquée
--	-----------------------------

Identifiant	2433.4
Méthode d'enseignement	Travaux pratiques en laboratoire.
Objectifs spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un dispositif de mesure (capteur). - Comparer des mesures avec un étalon et effectuer une analyse - Etalonner en un point de mesure. - Réaliser la droite d'étalonnage d'un instrument dans sa gamme de mesure. - Effectuer une analyse statistique des résultats obtenus. - Rédiger un rapport ou effectuer une présentation orale sur l'étalonnage de l'instrument.
Modalités d'évaluation	Au minimum 2 évaluations sous la forme de rapports ou présentations orales.
Description du contenu (mots-clés)	<p>Travaux pratiques</p> <p>Etalonnage et incertitudes d'instruments de mesures dimensionnelles ou autres (p. ex. mesures de grandeurs électriques, optiques ou de température)</p> <p>Droite d'étalonnage d'instruments de mesures</p> <p>Analyse et interprétation des résultats des mesures et des incertitudes associées aux niveaux de confiance</p> <p>Importance des chiffres significatifs</p> <p>Rédaction de rapports de métrologie industrielle</p> <p>Mettre en œuvre un processus de mesure et le caractériser</p>
Supports de cours	Cours polycopiés.
Outils utilisés	Selon les indications fournies par le professeur.
Bibliographie	<p><i>A Beginner's Guide to Uncertainty of Measurement</i>, Stéphanie Bell, Measurement Good Practice Guide no 11 (Issue 2), National Physical Laboratory.</p> <p>NF X 07-001 <i>Normes Fondamentales – Vocabulaire International des termes fondamentaux et généraux de Métrologie (VIM)</i>, AFNOR, 1994.</p> <p>NF ENV 13005 Normes Fondamentales, « Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure », AFNOR, 1993.</p>
Particularité d'organisation	Rien de particulier