

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique

Plateforme Technologique “Élaboration des Matériaux et Fabrication” De l'École Nationale Polytechnique de Constantine



Sommaire

• Mot du Directeur.....	3
• Plate-forme Technologique.....	4
« Élaboration des Matériaux et Fabrication »	
• Les Établissements Partenaires.....	5
• Missions de la Plate-forme.....	6
• Présentation des Sections de la Plate-forme.....	7
• Section Élaboration.....	8
• Section Fabrication.....	9
• Section Analyse, évaluation et maintenance.....	11
• Équipements de la Section Élaboration.....	14
• Équipements de la Section fabrication.....	17
• Équipements de la Section Analyse, évaluation	23
et maintenance	

Mot du directeur de l'École Nationale Polytechnique de Constantine

L'École Nationale Polytechnique de Constantine (ENPC) avec son important potentiel de chercheurs confirmés et ses infrastructures, et le soutien des institutions universitaires partenaires, est capable de faire fonctionner cette plateforme "Élaboration des matériaux et fabrication" si bien sûr les moyens financiers (budget de fonctionnement) et humains (ingénieurs de soutien) sont disponibles.



Les équipements de cette plateforme auront comme avantages :

- d'apporter le soutien au développement, à l'innovation et à la modernisation des secteurs économiques et industriels à travers les prestations de service et techniques, la formation et le perfectionnement ainsi que la recherche,
- de procéder à des expertises, des analyses et autres au profit du secteur socio-économique et de trouver des solutions aux problèmes qui se posent à ce secteur,
- de proposer des prototypes ou des process nouveaux et performants,
 - de fabriquer des équipements de recherche et d'enseignement pour les laboratoires et les établissements de formation grâce aux moyens techniques des différents plateaux, en prenant soin de s'appuyer et de bien développer le reverse engineering,
- de réparer et remettre en marche tout appareil en panne ou de le transformer en montage d'appoint pour un appareil fabriqué sur place,
- de contribuer à la formation technologique des étudiants de l'école polytechnique de Constantine afin de faciliter leur insertion au sein des entreprises, de leur permettre de réaliser eux même leurs propres start up et d'intégrer des centres de recherche en tant qu'ingénieur de conception et de recherche.

Plateforme Technologique "Elaboration des Matériaux et Fabrication"

Créée par arrêté interministériel du 31 Aout 2019 portant création d'un service commun de recherche au sein de l'école Nationale Polytechnique de Constantine "*Malek Bennabi*", la plateforme est constituée de cinq (5) halls technologiques, d'une superficie totale de 3920 m².



La superficie est répartie comme suit :

- Un hall technologique de 800 m² affecté à la section **Élaboration**
- Deux halls technologiques de 800 m² et 720 m² affectés à la section **Fabrication**
- Deux halls technologiques de 2 x 800 m² affectés à la section **Analyse, Évaluation et maintenance**.

Les Établissements Partenaires



Missions de la plateforme

La plate-forme technologique **«Élaboration des Matériaux et Fabrication »** avec ses trois (3) sections **«Élaboration»**, **«Fabrication»** et **«Analyse, évaluation et maintenance »** est un espace de Science des Matériaux à l'intersection de champs disciplinaires en physique, chimie et mécanique. Elle est ouverte à tous (établissement de formation, laboratoires et centres de recherche, entreprises,...) et équipée d'importants moyens d'élaboration et de caractérisation des différents types de matériaux et de fabrication à des fins de développement et de recherche.

Présentation des sections de la plateforme

Section d'élaboration des matériaux chargée

- d'élaborer des matériaux métalliques performants,
- d'élaborer des matériaux céramiques performants,
- d'élaborer des matériaux composites performants

Section de fabrication des prototypes chargée

- de fabriquer des prototypes métalliques,
- de fabriquer des prototypes céramiques,
- de fabriquer des prototypes composites,

Section d'analyses, d'évaluation et de maintenance chargée

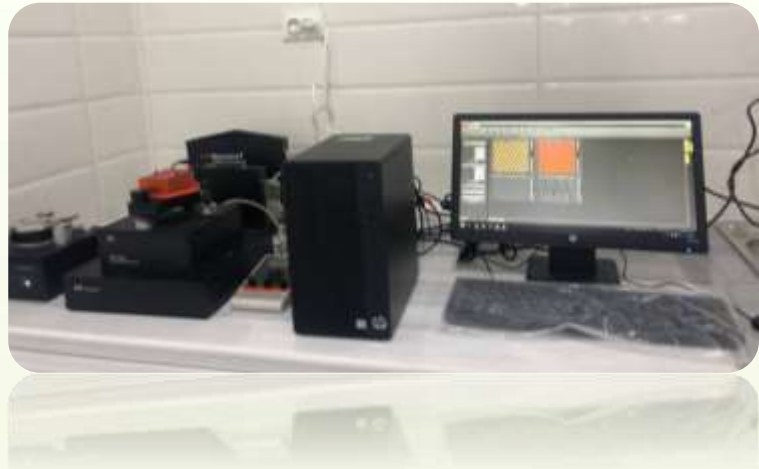
- d'évaluer et de contrôler les matériaux entrant dans la fabrication des prototypes,
- de faire des tests sur les prototypes fabriqués,
- d'assurer la maintenance et la réparation des appareils.

Section Élaboration

CONTROLLED COLOR RANGE
COMPLETE AND USABLE
EASY TO USE

S'attache à l'élaboration des matériaux classiques de tout type et de nouveaux matériaux y compris les nanomatériaux.

A l'aide du four à induction et des fours de traitement thermique sous atmosphère contrôlée d'azote gazeux pour leur traitement, afin d'acquérir des propriétés spécifiques exigées par le secteur industriel ou les chercheurs.



Élaboration des matériaux métalliques à usage industriel et de recherche

A l'aide du four à induction et des fours de traitement thermique sous atmosphère contrôlée d'azote gazeux pour leur traitement, afin d'acquérir des propriétés spécifiques exigées par le secteur industriel ou les chercheurs.

Élaboration des matériaux céramiques et composites à partir des matières premières

A l'aide du Concasseur, du Broyeur, de Tamiseuse, de l'Extrudeuse pour pate céramique, du Système de frittage ultra rapide (spark plasma sintering) et de la Torche à Plasma, ainsi que tout le matériel nécessaire à l'élaboration de composites et polymères (Étuves, machines d'injection d'époxy, de polyster, fours à pyrolyse, réfrigérateur, congélateur, mélangeur de produits visqueux et pompes à vide).

Section fabrication

La prestation offerte par cette section englobe la fabrication des pièces et des prototypes utilisés pour d'éventuelles innovations notamment dans les domaines de l'aéronautique, l'automobile, dans diverses structures, divers montage et pièces, dans les transports et le bâtiment.



La section de fabrication est assurée par :

Des Imprimantes 3D pour céramique, métaux, thermo-plastique et résines avec un Scanner, à lumière structurée pour reverse engineering. avec fours de déliantage et de frittage à haute température.

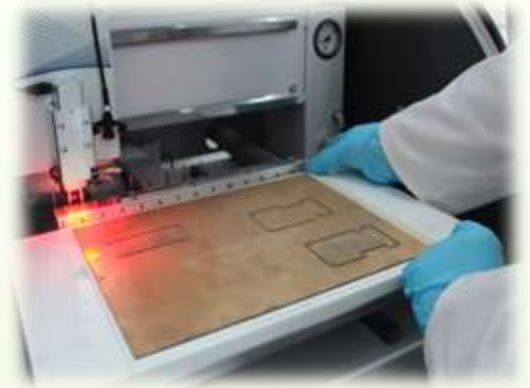


- Une machine de découpe à jet d'eau,
- Un Centre d'usinage par électroérosion par enfonçage,
- Une machine d'usinage 3 axes CNC,
- Une presse hydraulique motorisée 200 T,
- Un Centre d'usinage 5 axes assisté par ultrason,
- Un Équipement de soudage et durcissement par laser.



Section Analyse, Évaluation et maintenance

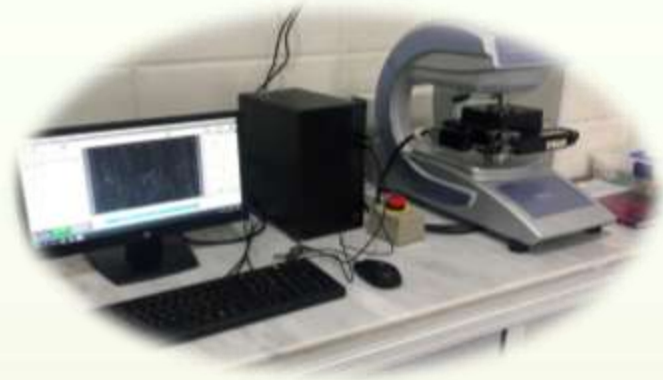
Elle s'attache à décrire les relations élaboration-microstructure-propriétés des matériaux élaborés et traités ainsi que des tests sur les pièces fabriquées. Cette section est très utile car elle permettra de comprendre et de vérifier les propriétés obtenues, suite aux divers traitements pour une meilleure application pratique et d'évaluer et de contrôler les matériaux entrant dans la fabrication des divers appareils et pièces; elle prendra en charge toutes les analyses et tous les tests nécessaires, exigés par les autres sections. Elle aura aussi à assurer la maintenance et la réparation des appareils en panne.



La section **Analyse, Évaluation et maintenance** disposera du matériel suivant :

- des équipements d'analyse thermiques à savoir :
- un dilatomètre différentiel (TMA),
- un DSC/ATD/ATG 1400°C et un dilatomètre de trempe

- Des équipements de caractérisation mécanique comme la Machine de fatigue bi axiale, la machine d'essais mécaniques universelle et un microduromètre.



1. AFM.
2. BET.
3. Densimètre.
4. Profilomètre-Rugosimètre 3D.



3



1



2



4

- MEB/FEG.
- Spectromètre à décharge lumineuse Radio-Fréquence (GDOES)
- Diffractomètre de rayons X
- Fluorescence X.
- Spectromètre Infrarouge FTIR ATR Raman.
- XPS
- Rhéomètre.
- Absorption Atomique
- Potentiostat-Galvanostat.
- Dilatomètre de trempe
- Atelier de soufflage de verre.
- Atelier de réparation mécanique
- Atelier de réparation électronique



Équipements de la section « Élaboration »

- Four de traitement thermique à 1500°C

Le four de traitement thermique à 1600 ° C.

- Four de traitement thermique à 1400°C

Le four de traitement thermique à 1400 ° C.



- Four à induction 1800 °C

Four de fusion à induction principalement utilisé pour la coulée de métaux et l'industrie de fusion de l'acier.

caracteristiques suivants :

Puissance : 15 KW minimum.

Température égale à 1800 °C.

Diamètre de serpentín égale à 100 mm.

Ce four est capable de fusionner des métaux précieux (Au, Ag, Pt).





- **Four haute température ht 64/17 db100 avec module de deliantage**

Grâce au chauffage par les deux côtés avec éléments chauffants en disiliciure de molybdène, le four haute température HT 04/16 - HT 450/18 permet des températures de traitement thermique supérieur à 1600°C. Sa carcasse à double paroi avec refroidissement par ventilateur, permet une bonne isolation, d'où des températures extérieures du four basses. Il est également adapter au processus spécifique de déliantage en exécution DB, avec préchauffage d'air, ventilateur d'extraction et ensemble important de sécurité pour le déliantage et le frittage en un process, c'est-à-dire sans transfert de la charge du four de déliantage à celui de frittage.

- **système de frittage ultra rapide (spark plasma sintering)**

Le processus est généralement utilisé pour la céramique. Le frittage peut être effectué en utilisant diverses méthodes comme le frittage conventionnel, Spark Frittage plasma (SPS), frittage micro-ondes, etc. Le frittage plasma Spark est l'un des voies de traitement pour traiter les biomatériaux en laboratoire.



- **Extrudeuse a piston**

Le principe de fonctionnement général est que le matériau est façonné en le poussant dans le moule avec une certaine forme avec une force Max. de 160,8 KN. La sortie de moule est interchangeable (monolithique, a canaux avec différentes formes et différents diamètres) et la vitesse du piston est réglable entre (1-400 tr/min). L'extrudeuse peut travailler à la fois verticalement et horizontalement.



- **Broyeur à billes a haute energie**
EMAX

Le broyeur à billes à haute énergie Emax est destiné aux champs d'applications suivant : nano broyage, réduction de taille, homogénéisation, mécanosynthèse, broyage colloïdal, broyage à haute énergie. Grâce à la grande vitesse de broyage 2000 tr/min, il permet la pulvérisation ultra-rapide de l'échantillon. Les outils de broyage sont disponibles en acier inoxydable, en carbure de tungstène et en oxyde de zirconium. Les tailles des billes vont de 0,1 mm à 15 mm, selon le matériau.



Équipements de la section « fabrication »

IMPRIMANTE 3D CÉRAMIQUE : CERAMAKER900

Permet une préparation flexible de structures très complexes et précises qui sont difficiles à réaliser en utilisant des méthodes de fabrication traditionnelles. Cette imprimante hybride CERAMAKER 900 (la première installée en Afrique et dans les pays arabes,) permet d'imprimer plusieurs matériaux en même temps et offre une plaque d'impression de 300 mm x 300 mm x 100 mm, interchangeable avec une de 300 x 200 et une de 300 x 100. Elle utilise le principe de stéréolithographie laser (LAS). La pièce formée a une résistance mécanique très appréciable à manipuler ; Les domaines d'utilisation sont : Aéronautique, Industrie, Biomédical, Luxe



IMPRIMANTE 3D THERMOPLASTIQUE : APIUM220 avec SCANNER

L'imprimante 3D industrielle, APIUM P220, fonctionne selon la technique FDM et spécialement dédiée à la fabrication de pièces architectures complexes, à base de matériaux thermoplastiques de haute gamme : PEEK, Carbon PEEK (30%), PVDF, POM- C, PP. Caractéristiques principales du P220

- Chauffage adaptatif (jusqu'à 180 °C)
- Haute température de la plaque d'impression 3D (jusqu'à 160 °C) et de la buse (jusqu'à 540 °C) : permet l'impression 3D des matériaux d'ingénierie requis (PEEK, PEI, métaux, composites, etc.).



- **Presse hydraulique 300 tonnes**

La presse hydraulique à arcade RM-300 PROFI PRESS est équipée d'une table basse et une table supérieure avec deux rainures en «T», quatre axes de guidage latéraux sont installés pour assurer un alignement parfait de la table supérieure et une unité hydraulique motorisée à deux vitesses.



- **Machine de découpe au jet d'eau**

La machine de découpe au jet d'eau utilise un jet d'eau hyperbare pour l'usinage de pièces techniques et peut découper une matière comme le métal (aluminium, inox, acier, etc.), le granit, le PVC, le verre, le caoutchouc et d'autres. Les coupes se font à l'eau pure pour les matériaux tendres et avec l'adjonction d'un abrasif pour les matériaux plus durs. Le diamètre de coupe inférieur au millimètre permet une optimisation des quantités de matière utilisées. Cette technique, destinée aux professionnels dans différents secteurs d'activité, permet de découper presque tous les matériaux dans toutes les épaisseurs. Cette machine industrielle est pratiquement utilisée pour le coupage de haute précision.



Tour- 3 axes

Assure l'usinage complet sur 6 faces de pièces pour un diamètre de tournage allant jusqu'à 400 mm et une longueur entre pointe de 800 mm.

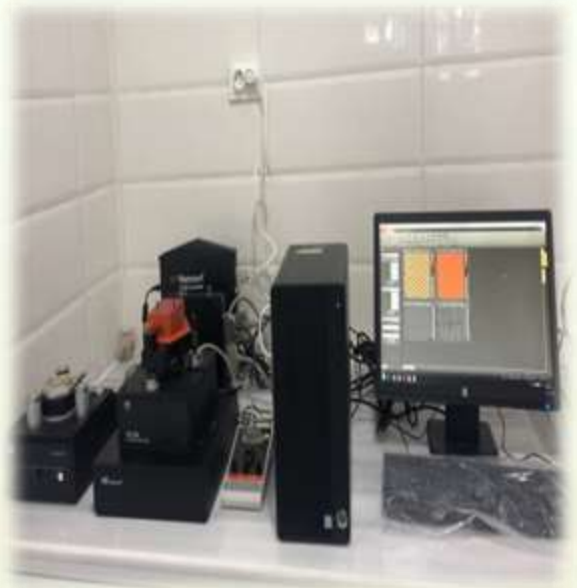
Le centre d'usinage 5 axes ultrasonic

Avec une intégration technologique ultrasonique pour réduire la résistance à la coupe, durée de vie de l'outil plus longue et des finitions de surface améliorées jusqu'à $Ra < 0,1 \mu\text{m}$. Les déplacements suivant les axes X.Y.Z sont de 650x520x475 mm, la vitesse de la broche est de 20000 tr/mn avec table pivotante et Muni d'un changeur d'outil avec 30 places.



▪ Microscope à force atomique (Flex AFM-Nanosurf)

Il s'agit d'une microscopie à sonde à balayage à très haute résolution (SPM), avec une résolution démontrée de l'ordre de fractions d'un nanomètre. Flexafm peut effectuer la force statique, l'imagerie de phase, la force dynamique, la force latérale, la microscopie à force magnétique, la lithographie et la nanomanipulation électrochimique AFM (EC-AFM).



IMPRIMANTE 3D métallique avec scanner

- Impression d'objets métalliques
- Fabrication additive (Atomic Diffusion Additive Manufacturing) par impression de poudre métallique liée dans une matrice plastique
- Volume d'impression : 250x220x200 mm³
- Précision de la couche : 50 µm
- Résolution du scanner laser : 50 µm
- Précision de la mesure laser : 1 µm
- Contrôle dimensionnel laser en temps réel



IMPRIMANTE 3D à résine

Imprimante 3D de technologie
DLP (Digital Light Processing)

- Source lumineuse : longueur
d'onde 365 nm,
- Volume d'impression : **(100µm)**
192x108x250 mm³ ,
- Épaisseur de paroi/détail
(Résolution XY) **50µm, 75µm ou**
100µm,
- Épaisseur de couches
(Résolution Z): **6 à 200µm**,
- Vitesse d'impression : **90mm/h**.



•Soudage et Durcissement par Laser

Le durcissement au laser est une excellente alternative au durcissement par induction et à la flamme. Grâce à la précision du laser et au contrôle robotisé, le durcissement au laser peut être appliqué à des formes complexes et à des surfaces sélectionnées, ce qui entraîne une amélioration constante de la dureté là où cela compte le plus.

Specifications du robot : 6 axes,
Charge 60kg

Spécification du laser: Laser fibre,
Longueur d'onde 1070nm.



• Potentiostat-Galvanostat avec impédance Mètre

Potentiostat-Galvanostat pour applications : corrosion, énergie, électrochimie, matériaux, super capacités, impédance, batteries



• Centre d'usinage par électroérosion par enfonçage

_ Appelée aussi **EDM** (*electrical discharge machining*), est un procédé d'usinage qui consiste à enlever de la matière dans une pièce en utilisant des décharges électriques.

Caractéristiques:

X, Y, Z travel : 220 x 160 x 250 mm³

Résolution de positionnement X, Y, Z : 0.1µm

Dimensions de la pièce (L x P x H) 550 x 330 x 250 mm

Rugosité de la surface (Ra) : 0.05 µm

Générateur pour application standard et micro érosion.



Équipements de la Section d'analyses, d'évaluation et de maintenance



- Analyseur thermique simultané (TGA / DSC) : TGA / DSC 3+ 1600 °C, METTLER TOLEDO

Cette technique permet de suivre les variations de masse et de flux thermique en fonction de la température. Il donne aux utilisateurs la possibilité d'analyser une grande variété d'échantillons.

Caractéristiques :

- Possibilité d'effectuer des analyses entre 25 °C et 1600 °C sous atmosphère contrôlée (air, azote ou argon).

- Taux de chauffage : de 0,1 à 100 °C / min.

- La balance : plage de mesure 5g avec une résolution de 1µg.

-Creusets disponibles : petits creusets d'alumine et de platine (70 µL) et grands creusets d'alumine (600 et 900 µL). Il est principalement utilisé pour:

- détermination de la composition

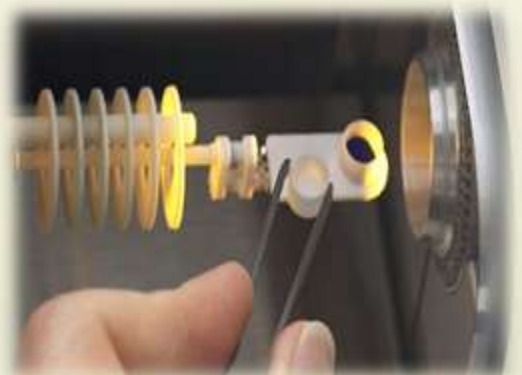
- des matières(pureté),

- étude de la transition du verre et de la dégradation du caoutchouc et des matériaux polymères et synthétiques,

- caractérisation des produits pharmaceutiques.

- études des réactions de réduction et d'oxydation sous atmosphères contrôlées (air, azote...).

- étude des transformations de phase dans les alliages métalliques et les céramiques.



▪ La BET

La méthode BET est basée sur l'adsorption d'un gaz (azote) à la surface d'un matériau. La quantité de gaz adsorbé, à une pression donnée, permet de déterminer la surface spécifique, le volume, la taille et la distribution des pores ainsi que les énergies des réactions d'adsorption et de désorption.

Caractéristiques :

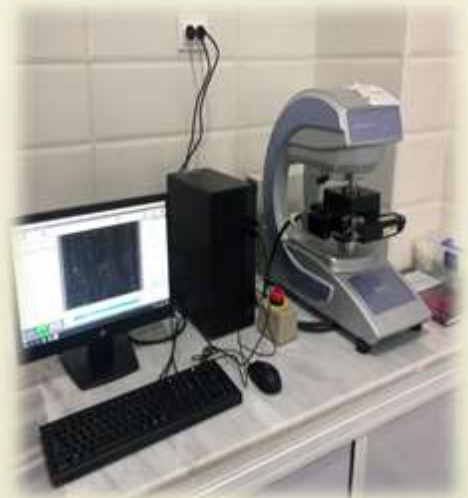
- Le gaz de mesure : azote.
- La température maximale de la station de dégazage est de 400 °C.
- Nature des échantillons à analyser : en vrac ou en poudre. Pour les échantillons en vrac, nous disposons de cellules d'analyse de 6, 9 et 12 mm de diamètre.

Applications : produits pharmaceutiques, catalyseurs et filtres, implants médicaux, ciments, etc.



▪ Le microduromètre

permet de réaliser en automatique des tests de micro dureté sur un échantillon métallique ou céramique. Muni d'un capteur de force permet de choisir n'importe quelle valeur entre 98,7 mN et 19,61 N (HV0,01 à HV2) avec une résolution de 0,01 micron dans le respect de la norme ISO 6507-1.



▪ Spectroscopie d'émission optique à décharge lumineuse :

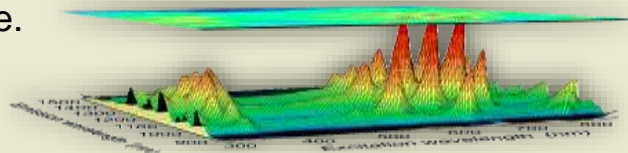
La spectrométrie GDOES est une technique d'analyse élémentaire (O, C, N, Al, Mg, F, Li, etc.), en profil des matériaux solides conducteurs et non conducteurs et le contrôle des dépôts, des surfaces et des interfaces.

Domaines d'application: sont très larges et comprennent les cellules PV, les dépôts PVD, les peintures, les lignes de galvanisation, la nitruration, les matières nucléaires, les oxydes, la céramique, les semi-conducteurs, etc.



▪ Profilomètre Rugosimètre 3D

l'Altisurf 520 convient parfaitement pour l'analyse topographique des surfaces de grande capacité (X, Y, Z (mm): 200 × 200 × 200mm) et possède 2 types de mesure à contact : palpeur inductif et micro force (Résolution 6nm) et 3 types sans contact : 2 sondes confocal chromatique avec (100µm et 1mm) et une sonde interférométrie sur le même capteur avec une gamme de 90 µm (Résolution 0.5 µm), Laser triangulé. Et équipé d'un logiciel de traitement qui lui permet d'analyser la rugosité, la tribologie ainsi que le phénomène topographique.



- Pycnomètre: Ultrapyc 1200e, Quantachrome

Le pycnomètre à gaz mesure la densité réelle des échantillons solides à l'aide d'un gaz inerte. Le pycnomètre n'affecte pas la chimie des matériaux et permet d'effectuer des mesures avec une grande précision (grâce à ses nombreuses chambres de volume d'expansion intégrées). Caractéristiques: - Le gaz de mesure : hélium.- Volume d'échantillon: 0,1 - 135 cm³. Applications: Le pycnomètre à hélium permet de déterminer: la porosité et la densité des poudres et des matériaux en vrac (métalliques, céramiques et organiques). Cette technique peut être un complément à la technique BET.



▪ MEB-FEG : Quattro S

MEB FEG est un microscope capable de générer et de collecter toutes les informations disponibles à partir de tout type de matériau échantillon. Il peut être commuté librement et simplement entre trois modes de vide, ce qui permet d'étudier les matériaux incompatibles conducteurs, non conducteurs et à vide poussé:

- Mode vide poussé ($<6 * 10^{-4}$ Pa) pour l'imagerie et la microanalyse d'échantillons conducteurs et / ou préparés de manière conventionnelle;
- Mode faible vide (10 à 130 Pa) pour l'imagerie et la microanalyse d'échantillons non conducteurs sans préparation;
- Mode ESEM TM (10 à 4000 Pa) pour les échantillons incompatibles sous vide poussé qui sont impossibles à étudier avec les méthodes EM traditionnelles.

Le microscope est également équipé de:

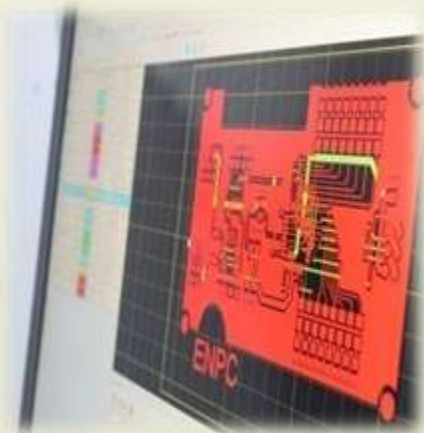
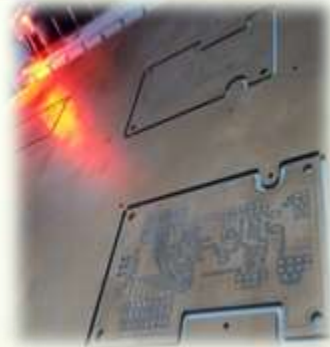
- Le système EDS
- Le système EBSD



▪ ProtoMat S63:

C'est le système idéal pour pratiquement toutes les applications de prototypage internes où la vitesse et la sécurité sont cruciales. Il est également parfaitement adapté aux applications multicouche et RF. La vitesse de rotation élevée garantit les structures fines jusqu'à 100 μm requises par de nombreuses applications modernes. Le ProtoMat S63 maîtrise l'usinage de matériaux 2.5D et dispose d'une plus grande vitesse de broche de 60.000 tr/min. Ce qui le rend également approprié pour le perçage d'adaptateurs d'essai et la production de boîtiers.

- Changement automatique des outillages
- Eclairage intégré des têtes
- Insonorisation et sécurité
- Fonctionnement tridimensionnel



TMA / DILATOMETRIE : SETSYS Evolution TMA 16/18, SETARAM

Le module TMA (Thermomechanical Analysis) est un dilatomètre vertical.

Caractéristiques:

- Plage de température: de la température ambiante à 1600 ° C -
- Vitesse de chauffe: de 0,01 à 100 ° C / min -
- Les mesures peuvent être effectuées sous une charge variable entre 0,5 et 35 cN -
- Les mesures peuvent être effectuées, sous vide, air ou atmosphères contrôlées (azote ou argon) .-
- Forme des échantillons: de forme parallèle ou cylindrique et de 0,5 à 20 mm de longueur. Le dilatomètre TMA est généralement utilisé pour mesurer les variations dimensionnelles des matériaux solides. Elle permet essentiellement de: -Etudier l'adoucissement, la transition vitreuse, la dégradation, la réticulation sous différentes contraintes des matériaux polymériques et céramiques, - L'étude du comportement thermique (transformations de phase) et la mesure des coefficients de dilatation des alliages métalliques et céramiques.



- **Diffractomètre de rayons X**

La diffraction des rayons X permet l'analyse non-destructive détaillée de n'importe quel matériau (sous forme de massifs, poudres ou couches minces), du domaine de la recherche fondamentale à celui du contrôle qualité en industrie.

- **Caractéristiques**
- **Configuration** : Bragg-Brentano.
- **Anticathode** : en cuivre avec $K\alpha = 1.54184 \text{ \AA}$.
- **Détecteur** : Détecteur linéaire ultrarapide pouvant fonctionner en 0D, 1D et 2D.
- **Echantillons** : Poudres, massifs, couches minces.
- **Porte-échantillon** : Spinner avec possibilité de faire l'analyse par transmission, table XYZ / passeur 8 positions / Chambre en température (de la température ambiante jusqu'à $1200 \text{ }^\circ\text{C}$)
- Optiques pour l'analyse des couches minces.
- Optiques pour la microdiffraction permettant d'analyser différentes zones du même échantillon.
- Optiques pour la réflectométrie
- Monochromateur pour la suppression de la fluorescence et de $K\beta$.
- Optiques pour l'analyse des contraintes résiduelles et de la détermination de la texture (figures de pole).



- **Le Microscope Electronique en Transmission (MET)**

La technique permet une analyse morphologique, structurale et chimique d'échantillons solides à l'échelle atomique.

- **Caractéristiques techniques**

- Microscope électronique en transmission avec source à émission de champ (MET/FEG) couplé avec modes STEM et analyse EDS.
- Tension d'accélération : jusqu'à 200kV
- Résolution : 0.25nm
- Résolution en ligne : 0,12 nm
- Résolution en STEM HAADF : 0,18 nm
- Porte-objets : simple tilt, double tilt
- Platine goniométrique motorisée sur 5 axes
- Grandissement TEM : de x 20 à x 1 050 000
- Gamme de grandissement en STEM x 150 M,
- Un ensemble des équipements permettant la préparation des échantillons.



- **Applications**

- La taille et la morphologie des constituants des matériaux aux échelles nano/micrométriques,
- La structure (phase cristalline et amorphe): par la diffraction électronique,
- L'analyse chimique locale (EDS) aux échelles nano/micrométriques,
- La combinaison du mode STEM et de l'analyse EDS permet d'obtenir la répartition spatiale des phases en présence.

Spectromètre à Fluorescence X

La spectrométrie de fluorescence X est une technique d'analyse élémentaire permettant à la fois de connaître la nature des éléments chimiques présents dans un échantillon ainsi que leur concentration massique. Elle est basée sur l'analyse du rayonnement X secondaire émis par les atomes du matériau après leur excitation par un rayonnement X primaire.

Caractéristiques :

Un Spectromètre de rayons X dispersif de longueur d'onde (WDXRF) équipé d'une méthode sans étalons.

Possibilité de faire une cartographie (détermination de la distribution spatiale des éléments chimiques).

Applications :

Analyse qualitative et quantitative des éléments chimiques du Bore à L'Uranium dans des matériaux très variés : minéraux, céramiques, ciments, métaux, huiles, eau, verres... sous forme de pastille, de verre, de poudre et des liquides.



- **RHEOMETRE MCR 502 DE ANTON PAR**

Le rhéomètre MCR 502 de AntonPaar est conçu pour répondre aux exigences les plus élevées des rhéologues. Tous les types ou combinaisons de tests rhéologiques sont possibles, à la fois en mode oscillation et en mode rotation. La modularité du système vous permet d'intégrer un ensemble d'appareils de température et d'accessoires pour des applications spéciales dans le rhéomètre. Les technologies innovantes de Toolmaster, TruGap, ainsi que T-Ready sont devenues une véritable percée en termes de simplification du travail. Les technologies d'entraînement TruRate, TruStrain et Axial Piezo garantissent un contrôle à tout moment pendant les tests rhéologiques.



- **Spectromètre Infrarouge FTIR-ATR : Bruker**

La technologie FTIR basée sur la transformée de Fourier et l'interféromètre de Michelson permet de collecter simultanément les données spectrales sur un large spectre $5900-75 \text{ cm}^{-1}$ sans changement de séparatrice avec une résolution spectrale de 1 cm^{-1} avec accessoire ATR,



- **Microscopie Raman**

La microscopie Raman est une technique de caractérisation non destructive des modes vibrationnels d'une molécule, permettant d'identifier principalement la composition chimique et la phase cristalline. Cette technique est complémentaire à la spectroscopie infrarouge.

Caractéristiques : trois sources d'excitation laser (473, 633 et 785 nm), un microscope optique actif dans les deux modes de transmission et de réflexion, deux réseaux de diffractions ; 600 et 1800 gr/mm, une large gamme de mesure ; 1-5000 cm^{-1} avec une résolution de 1cm^{-1} et la possibilité de se coupler avec la microscopie à force atomique



- **XPS (X ray photoelectron spectroscopy)**

XPS est utilisé pour étudier la composition chimique des surfaces à une profondeur maximale de 10 nm. Il est utilisé pour analyser les matériaux conducteurs ou isolants (organiques et inorganiques). Cette technique identifie rapidement et précisément les éléments chimiques à travers une analyse élémentaire qualitative de tous les éléments dont $Z > 3$. Notre instrument est caractérisé par une source de rayons X composée d'une anode en aluminium monochrome (ligne Al $K\alpha$ avec une résolution de 0,5 eV), analyseur hémisphérique sensible (180°), une performance sur les échantillons isolants par la compensation de l'épuisement de la charge électronique, un pistolet à ions permettant d'effectuer des profils chimiques en fonction de l'épaisseur.



- **Dilatometre de trempe et de deformation**

La dilatomètre de trempe est une technique d'analyse thermique permettant la détermination des paramètres des traitements thermiques des alliages métalliques (particulièrement les aciers) nécessaires pour obtenir la structure cristalline répondant aux propriétés physiques requises.

- au niveau de notre plate-forme, on dispose d'un dilatomètre de trempe et de déformation Le DIL 805A/D de TA instrument permettant la génération de diagrammes de Transformation au cours de Refroidissement Continu (CTT), de Transformation Temps-Température (TTT) et de Transformation Temps-Température après déformation (DTTT). Caractéristiques particulières du DIL 805A (de trempe*)
- Des vitesses d'échauffement (jusqu'à 4 000 °C/s) et de refroidissement jusqu'à 2500 °C/s.
- des vitesses de déformation de 0,01 à 125 mm/s.
- possibilité de réaliser des essais à plusieurs étapes.





- **Machine d'essai mécanique universelle 250 kN**

Pour réaliser des essais mécaniques (traction, compression, cisaillement, pliage et flexions sur les divers types de matériaux : métalliques, polymères, céramiques et composites.

Caractéristiques :

- Capacité 250 KN.
- Accessoires pour réalisation des essais de traction.
- Plateaux de compression.
- Dispositif flexions trois points et quatre points.

- **Machine d'essai bi-axiale**

L'essai de traction bi-axial ou encore l'essai de traction deux axes constitue une spécificité de l'essai de matériaux. Une grande variété d'options, de mâchoires et d'accessoires disponibles pour répondre aux exigences des applications. Celui-ci permet de déterminer les propriétés de déformation du matériau. L'essai de traction bi-axial, qui permet de régler et analyser les valeurs de contrainte définies au point de croisement de l'éprouvette, est principalement utilisé en R&D. La machine d'essai bi-axiale est particulièrement bien adaptée aux essais sur éprouvettes, à des fins de recherche ainsi que pour les déroulements d'essais, individuels,



- **Absorption Atomique**

Est une procédure spectroanalytique pour la détermination quantitative d'éléments chimiques en utilisant l'absorption de rayonnement optique (lumière) par des atomes libres à l'état gazeux. La spectroscopie d'absorption atomique est basée sur l'absorption de la lumière par les ions métalliques:

- Gamme spectrale de 185 à 900 nm, avec résolution inférieure à 10 picomètre,
- Une lampe au deutérium à 300Hz, pour une plus grande résolution,
- Détecteur à photomultiplicateur haute sensibilité,
- Chambre de nébulisation à Haut Rendement nouvelle génération
- Détection de présence de flamme et allumage par filament chaud
- Détection du bruleur (50 et 100 mm)
- Syphon avec détecteur de niveau
- Optimisation des paramètres de flamme automatique
- Four graphite transversal.



Bienvenue dans un
monde ingénieux !



**Pour Plus d'informations vous
pouvez contacter :**

L'École Nationale Polytechnique de Constantine

Tél: 031.78.51.68/ 70 / 71

Fax: 031.78.51.74

ENP Constantine - Ville Universitaire Ali Mendjeli - BP 75A RP Ali
Mendjeli - Constantine - E-mail : enpconstantine@yahoo.fr