



Liste détaillée des équipements de l'équipe « Matériaux biosourcés »

Equipements de synthèse

→ Traitements thermiques

- Hautes températures

2 Fours de pyrolyse à 1 zone de chauffe ELITE TSH 12/25/250 1200°C (longueur de chauffe 25 cm ; diamètre interne 2.5 cm)

2 Fours de pyrolyse à 1 zone de chauffe ELITE TSH 12/38/400 1200°C (longueur de chauffe 40 cm ; diamètre interne 3.8 cm)

Four de pyrolyse à 3 zones de chauffe CARBOLITE STF 1200°C (longueur de chauffe 90 cm ; diamètre interne 17 cm)

Four de pyrolyse à 1 zone de chauffe CARBOLITE CTF 1200°C (longueur de chauffe 55 cm ; diamètre interne 6.5 cm)

Four de pyrolyse à 1 zone de chauffe CARBOLITE STF 1500°C (éléments SiC ; longueur de chauffe 35 cm ; diamètre interne 7.5 cm)

Four de pyrolyse à 1 zone de chauffe CARBOLITE CTF 1800°C (éléments MoSi₂ ; longueur de chauffe 40 cm ; diamètre interne 7.5 cm)

Four de pyrolyse vertical à 1 zone de chauffe CARBOLITE EVA 1200°C (longueur de chauffe 30 cm ; diamètre interne 6 cm)

Four de pyrolyse rotatif à 1 zone de chauffe CARBOLITE CTF 1200°C (longueur de chauffe 70 cm ; diamètre interne 6.5 cm), avec vis d'alimentation en continu programmable

Four de graphitisation à induction CELES 12 kW (1000 – 2800°C) avec son aérotherme de refroidissement HYFRAPEDIA SIGMA C7-S de 5.6 kW et son pyromètre optique ISR 6 (600 – 3000°C) pour la programmation en température

Four de calcination à moufle NABERTHERM résistant aux vapeurs corrosives (7.2 L ; 1200°C)

Four d'activation chimique à 3 zones de chauffe CARBOLITE GHC résistant aux vapeurs corrosives (1200°C ; longueur de chauffe 45 cm ; diamètre interne 17 cm ; réacteur inox)

Four d'activation physique (900°C ; longueur de chauffe 40 cm ; diamètre interne 4.7 cm)

Four tubulaire rotatif TSO1 11/800. Longueur chauffée 800 mm ; T_{\max} 1100°C ; dimensions du réacteur \varnothing 120 x 730 mm de long ; capacité du réacteur 1360 mL ; vitesse de rotation 1 à 8 tours par minute ; angle de rotation : jusque 315°

- **Températures modérées ou pression réduite**

Four microonde de synthèse/digestion/minéralisation 8 postes PERKIN ELMER TITAN MPS (1500 W)

Bain de sable fluidisé TECHNE SBL-2D (50 – 600°C ; diamètre interne 22.8 cm ; hauteur utile 35 cm)

Etuve à vide HERAEUS Vacutherm VT6025 (25 L ; vide limite 1E-2 mbar ; amb+ 5°C – 200°C)

Etuve ventilée HERAEUS UT 6060 AR (105 L ; amb+ 20°C – 180°C)

Etuve ventilée HERAEUS HERAtherm OMH 100 (97 L ; 50 – 330°C)

2 Etuves ventilées HERAEUS HERAtherm OMH 60 (62 L ; 50 – 330°C)

Etuve à solvants HERAEUS LUT 6050 (105 L ; 50 – 250°C)

- **Traitements thermiques hydrothermaux ou sub/super-critiques**

Autoclave PROLABO (15 mL, 800°C, 500 bar)

Autoclave vertical programmable TUTTNAUER 2540 ELV (22 L, 134°C, 2 bar)

12 Autoclaves inox de synthèse/traitement hydrothermal avec seaux Teflon et PEEK AUTOCLAVE FRANCE Zeoclave (100, 200 et 300 mL)

3 Autoclaves inox de synthèse/traitement hydrothermal avec seaux Teflon et verre EQUILABO (125 mL)

6 Autoclaves inox de synthèse/traitement hydrothermal avec seaux Teflon et verre EQUILABO (200 mL)

Autoclave agité pour CO₂ supercritique 50 mL en Inox 316 SS AUTOCLAVE FRANCE (200 Bar, 350°C)

2 Autoclaves agités (0 – 800 rpm) de synthèse/traitement hydrothermal avec seaux Teflon, PEEK ou verre EQUILABO (300 mL) avec régulation de pression et de température (1-200 bars, 20-250°C)

Sécheur supercritique automatique au CO₂ TOUSIMIS Autosamdri 815-A (-30 – 60°C ; 0 – 2000 psi ; chambre de hauteur 31 mm et diamètre interne 31 mm)

Lyophilisateur HETO PowerDry PL6000 (12 L ; -90°C ; vide limite 1E-2 mbar)

→ Procédés (thermo)mécaniques

- **Broyage, mélange et mécanosynthèse**

2 broyeurs planétaires RETSCH PM-100 (vitesse angulaire 100 – 650 t/min soit 33.3 g ; bol agate 50mL et acier 250 mL)

Broyeur vibrationnel à billes RETSCH MIXER MILL MM 400 (2 échantillons simultanés, bols 35 mL zircone ou téflon, billes 20 mm zircone ou téflon, broyage cryogénique possible)

Broyeur vibrationnel à billes RETSCH MIXER MILL MM 500 (2 échantillons simultanés, bols 50 mL zircone, billes 10 mm zircone)

Broyeur à mortier RETSCH RM 200 en agate pour mélange et homogénéisation des poudres, des suspensions et des pâtes, même à forte viscosité

Broyeur à couteaux IKA-WERKE M20 (250 mL)

Mélangeur de paillasse par résonance acoustique RESODYNE LabRAM II, 750 grammes à 1 000 grammes de charge utile, avec pompe à vide, accélération maximale du récipient 100 g à 60 Hz

- **Agitation, émulsification, dispersion**

Agitateurs magnétiques chauffants (20 – 300°C) et multipostes IKA

Agitateurs à hélice VWR VOS PC 540 (50 – 2000 t/min)

Agitateur orbital chauffant EDMUND BÜHLER SM30 (plateforme 56 x 40 cm) ; vitesse 15 – 300 min⁻¹ ; température 5 – 50°C)

Emulsionneur digital IKA ULTRA-TURRAX T25 (3400 – 24000 t/min)

Bain à ultrasons VWR USC 1200 TH (12 L, 600 W)

Sonotrode VWR 450W DIGITAL avec sonde 13 mm et enceinte acoustique

- **Centrifugation**

Centrifugeuse HERAEUS Labofuge 200 (capacité 12 x 15 mL ; 1600 – 3500 t/min soit 3030 g)

Centrifugeuse réfrigérée programmable HERAEUS Multifuge 3SR+ (-9 – 40°C ; capacité 4 x 750 mL ; vitesse rotor angulaire 300 à 15000 t/min soit 21 890 g)

Ultracentrifugeuse BECKMAN COULTER Optima MAX-XP (vitesse maxi 150 000 rpm ; accélération maxi 1.019E6 g à une capacité de 10 x 2 mL ; capacité maxi 6 x 32.4 mL à une accélération maxi de 232 960 g)

- **Tamissage**

Tamiseuse numérique RETSCH AS400 (mouvement circulaire plan pour tamis de diamètre 400 mm, avec tamis inox 0.02 – 0.04 – 0.05 – 0.08 – 0.10 – 0.15 – 0.20 – 0.25 – 0.30 – 0.40 – 0.50 – 0.60 – 0.80 – 1 – 2 mm)

Tamiseuse ultrasonique ENDECOTTS Sonic Sifter (avec microplateaux 3 – 5 – 10 – 15 – 20 – 25 – 30 – 35 – 40 µm)

- **Purification, cristallisation, extraction, lavage**

Extracteurs Soxhlet (5 de 500 mL et 3 de 250 mL)

Rotavapor BUCHI R-100 (50 – 4000 mL ; 20 – 280 rpm ; 20 – 95°C)

- **Mise en œuvre des polymères**

Mini-extrudeuse de laboratoire ATLAS F255A, filières, bobineuse et granulateur

Imprimante 3D haute résolution technologie stéréolithographie laser DWS 028J HR avec son ondulateur et son four de polymérisation UV (volume de fabrication 65 x 65 x 90 mm ; laser 405 nm de puissance 32 mW et de diamètre de faisceau (résolution x/y) 17 µm ; épaisseur de couche ajustable entre 10 et 100 µm)

Spin-coater SPS Spin150i-NPP (substrats circulaires jusque 150 mm de diamètre (6 pouces), ou carrés jusque 100 mm de côté (4 pouces), rotation jusque 12 000 rpm, en polypropylène avec liners, porte-échantillons, accessoire de centrage et adaptateurs pour petits substrats, drain en polypropylène, seringues et poussoir manuel, pompe à vide 119 L/min)

- **Préparation des échantillons**

Touret de polissage BUEHLER Beta (vitesse 30-600 t/min) avec tête automatique

Système d'imprégnation de résine sous vide BUEHLER Cast n'Vac 1000

- **Petits matériels de synthèse, divers**

Balances analytiques METTLER TOLEDO (précision 1E-2 g – portée 1510 g ; précision 1E-3 g – portée 510 g ; précision 1E-5 g – portée 220 g)

Bidistillateur d'eau inox AQUATRON A4000D (4 L/h)

pH/mV/Conductimètre EUTECH Cyberscan 1100 (pH -2.00 à 16.00; précision +/-0,01 pH ; rédox +/-600 mV; précision +/-2 mV ; conductivité 0.01 µS/cm à 199.9 mS/cm; précision +/-1% pleine échelle ; température -10.0 à 110.0°C; précision +/-0.5°C)

pHmètre VWR symphony

→ **Autres équipements pour la synthèse**

- **Contrôle de l'atmosphère, de la pression et de la température**

Générateur d'hydrogène FDGSI SERIE WM-H2 (Débit d'hydrogène jusque 1200 cc/min ; pureté d'hydrogène > 99,99999%)

Détecteur/renifleur de fuite d'hydrogène INFICON ISH2000 C portable

Boîte à gants JACOMEX GP CAMPUS-T2 inox 304 L avec système de purification sur tamis moléculaire et catalyseur, et détecteurs d'oxygène et d'humidité

Pompe à palettes PFEIFFER VACUUM 5 m³/h et piège à azote liquide

Pompe à membranes VACUUBRAND MZ2NT (7.0 mbar; 2.4 m³/h)

Appareil de nettoyage et activation de surface par plasma DIENER ELECTRONIC modèle Pico RF PCCE (chambre de diamètre 130 mm et profondeur 300 mm, acceptant la plupart des gaz incluant l'oxygène pur ainsi que l'hydrogène)

Armoire refroidissante HUBER Unichiller (2000 W, -20 – 40°C ; pompe aspirante et refoulante 22 L/min ; maxi 3 bar)

2 Cryostats à circulation JULABO F25 (-28 – 200°C ; 4.5 L)

Pyromètre optique à visée laser KELLER Optix PT 120 AF 1 (250 – 2000°C)

Thermomètres numériques (-100 – 1100°C)

Equipements de caractérisation et mesures de propriétés

→ Porosité et surface spécifique

- **Porosimétrie, pycnométrie**

Porosimètre au mercure MICROMERITICS Autopore IV 9500 (4000 bars)

Pycnomètre à hélium (densité de squelette) MICROMERITICS ACCUPYC 1340 thermostaté (20 – 60°C ; chambres de 1, 10 ou 100 cm³)

Pycnomètre à poudre (enveloppe and T.A.P. density analyzer) MICROMERITICS GeoPyc 1360

Pycnomètre à gaz pour la caractérisation des mousses QUANTACHROME UltraFoam™1200^e et son kit de préparation d'échantillons

- **Caractérisation des poudres**

Tapped Density Analyzer QUANTACHROME Autotap™ et son enceinte acoustique

Granulomètre à diffraction laser MALVERN Mastersizer 3000 avec échantillonneur Hydro LV + cellule de mesure voie liquide (tailles de particules en suspension : 10 nm – 2.1 mm), et échantillonneur voie sèche Aéro S + cellule de mesure voie sèche + aspirateur cyclonique DustControl DC1800 (tailles de particules de poudre : 100 nm – 3.5 mm)

- **Propriétés de transport dans les poreux**

Système de mesure de perméabilité à l'eau des solides poreux

Banc de mesure de la résistivité statique au passage à l'air et logiciels associés MECANUM Sigma, selon les normes ISO 9053 et ASTM C522-03 ; gamme des résistances spécifiques au passage à l'air mesurables : 6 N.s/m³ – 628 000 N.s/m³ si diamètre 100 mm ; 1 N.s/m³ – 124 000 N.s/m³ si diamètre 44,5 mm

- **Adsorption de gaz et de vapeurs**

2 appareils automatiques d'adsorption-désorption de gaz MICROMERITICS ASAP 2020 avec option micropore (N₂, CO₂, Kr)

Appareil automatique 6 postes d'adsorption-désorption de gaz MICROMERITICS ASAP 2420 avec option micropore (N₂, CO₂, Kr)

2 appareils automatiques 3 postes d'adsorption-désorption de gaz et vapeurs condensables MICROMERITICS 3FLEX 3500 avec régulation intégrée de température par circulation et/ou Peltier (-196°C – 450°C)

2 appareils automatiques d'adsorption sous pression MICROMERITICS HPVA II-200 (0 – 200 bars ; -196°C – 500°C)

1 appareil automatique d'adsorption-désorption de gaz et vapeurs BEL BELSORP-max II 3MP ; Température du manifold 50°C (Ar, N₂, CO₂, H₂, O₂, vapeurs)

1 appareil automatique d'adsorption-désorption de gaz et vapeurs BEL BELSORP-max II-HV ; Température du manifold 80°C (Ar, N₂, CO₂, H₂, O₂, vapeurs)

Analyseur de sorption gravimétrique DVS VACUUM pour l'adsorption compétitive de 2 molécules en phase vapeur (mesures en conditions dynamiques/statiques, isothermes ou isobares ; 20 – 70°C à ± 0.2°C ; échantillon 1 – 1000 mg ; résolution 0.1 µg ; 0.005 – 1000 Torr à 0.01%)

Cryostat mono-étage à circuit fermé à hélium MICROMERITICS Cryostat I pour l'adsorption à toute température entre 25 et 350 K; stabilité en température ±0.005 K, installé sur appareil automatique d'adsorption sous pression MICROMERITICS HPVA II-200

Cryostat mono-étage à circuit fermé à hélium ZEPHYR HC-4A avec contrôleur de température LAKESHORE et pompe turbomoléculaire EDWARDS pour l'adsorption à toute température entre 25 et 300 K; stabilité en température meilleure que 0.05 K, installé sur appareil automatique d'adsorption MICROMERITICS 3FLEX 3500

Cryostat Cryo-Tune87 de 3P INSTRUMENTS, utilisant un réchauffage d'azote liquide pour réguler la température entre 82 et 135 K. Utilisable pour étudier l'adsorption de CO, Ar, O₂, CH₄, Kr and NO à la température d'ébullition de ces molécules

Appareil automatique de chimisorption MICROMERITICS AUTOCHEM 2910, couplé à un spectromètre de masse PFEIFFER GSD 320, Version Anti Corrosion, 100 AMU

Appareil d'adsorption en dynamique sur 2 colonnes (PSA) avec analyse en ligne des produits, couplé avec spectromètre de masse MKS Cirrus 3XD (voir détails dans section « Spectrométrie ») et avec Micro GC CHEMLYS FUSION 4 (voir détails dans section « Chromatographie »).

→ Propriétés thermiques

- **Conductivité, diffusivité, émissivité**

Appareil de mesure de conductivité thermique HOT DISK TPS 2500 S, thermostaté par cryostat à bain HAAKE A40 (-50°C – 200°C ; 13 L) et :

- Soit enceinte climatique CLIMACELL (111 L ; 0°C - +99,9°C sans humidité ; +10°C - +90°C avec humidité ; Humidité relative 10 à 90% HR)
- Soit chambre à haut vide PFEIFFER VACUUM TrinosLine 820KBH0300-S en inox (1E-7 hPa – 1000 hPa) de 30 L avec piquages et traversées étanches pour mesures sous vide avec Groupe de pompage PFEIFFER VACUUM HiCube 300 Classic (avec pompe turbomoléculaire HiPace 300, DN 100 ISO-K, 260 L/s et pompe à membranes MVP 070 (3.8 m³/h))

Appareil de mesure de diffusivité thermique par flash laser NETZSCH LFA 457/1/2/G MicroFlash (-125°C – 1100°C), avec pompe à vide

Caméra thermique VGA haute résolution OPTRIS PI 640 033 T900 (3 plages de mesure -20 – 100°C ou 0 – 250°C ou 150 – 900°C, matrice 640 x 480 pixels, résolution 0.075°C, longueur d'onde 7.5 – 13 μm, fréquence d'images 32 Hz, objectif 33° x 25°)

- **Stabilité et réactivité**

Thermobalance – DSC NETZSCH STA 449 F3 Jupiter (-150°C – 1650°C) couplée à un spectromètre de masse QMS 403 C Aëolos avec canne DSC pour mesures de flux de chaleur in situ et de capacités thermiques absolues

Calorimètre à retournement SETARAM C80 (RT – 300°C, précision 1% sur l'enthalpie, 0.1°C sur la température), avec :

- Soit cellules standard 12.5 mL pour l'étude du comportement thermique des solides et des liquides, et notamment pour la mesure de leur capacité thermique,
- Soit cellules Inox 316 L 10 mL avec ampoule en verre 2 mL jusque 5 bar et 220°C pour calorimétrie d'immersion avec dispositif intégré pour rompre une ampoule scellée sous vide dans un liquide,
- Soit cellules en acier Inox 304L 5.4 mL jusque 10 bar et 200°C pour calorimétrie de mélange et de réaction avec un dispositif intégré pour mélanger deux substances (solides ou liquides), sans utiliser de consommables à usage unique.

Bombe calorimétrique isopéribolique à oxygène ANTON PAAR Modèle 6200, contrôlée par microprocesseur; 4-7 tests à l'heure; précision 0.05 – 0.1%; résolution en température 0.0001°C T; gamme de calories par échantillon 52 – 12000.

Viscosimètre BROOKFIELD DV-II+PRO cône-plateau (1 – 200 t/min; 1 – 6 kPa s, -100 – 300°C)

Viscosimètre sans contact FORMULACTION RHEOLASER (6 échantillons simultanés, 20 – 80°C) pour suivi sans contact de la polymérisation, mesure des modules de perte et de stockage

Appareil de mesure de stabilité des mousses et des émulsions FORMULACTION TURBISCAN TOWER (6 échantillons simultanés, 4 – 80°C) pour suivi des phénomènes de coalescence, crémage, sédimentation, ...

- **Autre**

Simulateur solaire LS1000-4s-AM SOLAR LIGHT (1000W/m², lampe à arc au xénon 1600W, faisceau carré de 10 cm de côté, spectre complet (AM1.5), sortie spectrale classe « A », uniformité +/- 5%) avec contrôleur de dose et pyranomètre.

→ Propriétés électriques et électrochimiques

- **Conductivité électrique**

Appareil de conductivité électrique source – mesure KEITHLEY 237

Appareil de conductivité électrique source – mesure sub-femtoampère KEITHLEY 6430

- **Electrochimie**

Potentiostat-galvanostat 6 voies BIO-LOGIC VSP-300 (10 µHz à 7 MHz ; 1 µA à 500 mA) : voltampérométrie cyclique, charge-décharge galvanostatique, spectrométrie d'impédance électrochimique

Potentiostat-galvanostat BIO-LOGIC VMP3 - 16 emplacements actuellement équipé avec 4 Voies Pstat/Gstat avec EIS et un châssis avec 2 lignes booster (kit amplification externe +/-2A) avec électrode tournante (RRDE-3A). Techniques disponibles : électrochimie générale, corrosion, batteries, compensation de chute ohmique, techniques de stack

Potentiostat-galvanostat METROHM AUTOLAB PGSTAT204 et module bipotentiostat (tension de compliance de 20 V, courant maximal 400 mA, résolution 3 µV) avec électrode tournante (RDDE – embout Pt 5mm et anneau Pt) et cellule complète (électrodes: référence Ag/AgCl + contre-électrode à feuille de platine + thermomètre + vase double-enveloppe et couvercle support électrode) pour suivi des réactions ORR, OER et HER

Potentiostat-galvanostat METROHM AUTOLAB PGSTAT 302N (tension de compliance de 30 V, courant maximal 2A, résolution 0.3 µV) avec électrode tournante à disque annulaire (RRDE)

→ Propriétés mécaniques

Analyseur thermomécanique TMA 402 F1 Hyperion (-150°C – 1000°C) avec accessoires expansion, pénétration, flexion 3 points, traction

Dilatomètre LINSEIS L75V vertical (-150°C – 1700°C)

Machine d'essais mécaniques universelle monocolonne 2kN INSTRON 5542 (capteurs 5 N et 2 kN, plateaux rotulés, accessoires de traction de fibres et mors de traction)

Machine d'impact CEAST 9310 (énergie maximale 21 J ; vitesse d'impact maximale 3.7 m/s)

Ultra-nano-indenteur ANTON PAAR UNHT, couplé avec un AFM, dans son enceinte acoustique (pointes Berkovich ou sphériques diamant, ou plates, ou bioindenteur)

Banc de mesure des propriétés élastiques et d'amortissement de matériaux poreux et logiciels associés MECANUM QMA-X – Quasi-Static Mechanical Analyzer, selon la norme ISO 18437-5 : détermination du module d'Young, du coefficient d'amortissement et du coefficient de Poisson

→ Propriétés de surface

- **Energie de surface**

Appareil de mesure d'angle de contact KRUSS DROP SHAPE ANALYSER DSA100 pour la mesure de la mouillabilité et l'énergie de surface des solides + accessoire de roll-angle pour mesure d'hystérèse d'angle de contact

Tensiomètre de force DATAPHYSICS DCAT 21 (avec plaque, anneau, supports pour poudres et fibres) pour la mesure de la mouillabilité et l'énergie de surface des solides et la mesure de la tension superficielle des liquides

- **Chimie de surface**

Titrateur automatique METROHM TITRANDO 905, passeur d'échantillons (USB sample processor) 814 et module de conductivité 856

- **Charge de surface et point isoélectrique**

Analyseur de charge de surface (surface zeta potential analyser) ANTON PAAR SurPASS3 pour échantillons solides (pas de limite de taille) avec porte-échantillons pour échantillons plats (10 x 20 mm) d'épaisseur variable, ou pour échantillons fibreux ou pulvérulents (particules > 25 µm), électrodes Ag/AgCl et sondes pH et conductivité: mesure de charge de surface en fonction du pH et du point isoélectrique de tous matériaux (monolithes, membranes, particules, ...)

→ Analyses chimique, texturale, structurale

- **Analyses immédiate et élémentaire**

Analyseur d'humidité SARTORIUS MA150C (pour la détermination de pourcentage d'humidité ou d'extrait sec, poids résiduel en g, pourcentage de perte ; portée 150 g, précision 1 mg)

Analyseur élémentaire C,H,O,N,S ELEMENTAR VARIO EL CUBE avec passeur d'échantillons (précision 40 ppm sur C,H,N,O et 2 ppm sur S) avec microbalance 0.001 mg METTLER TOLEDO XP6

- **Spectrométrie**

Spectromètre d'absorption atomique flamme-four intégré PERKIN ELMER PinAAcle 900 entièrement automatique (flamme acétylène – protoxyde d'azote correction deutérium, ou four graphite correction Zeeman, avec passeur automatique d'échantillons : dosage de Na, K, Mg, Ca, Al, Si, Fe, Ti, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, As, Pb, Ag).

Spectromètre Raman HORIBA JOBIN-YVON XploRa (3 lasers 532, 638 nm et 785 nm, 4 réseaux holographiques 600, 1200, 1800 et 2400 t/mm ; platine micrométrique motorisée XYZ pour cartographie ; autofocus ; 2 sondes externes avec fibres optiques 532 et 785 nm ; polarisation laser et Raman en transmission ou réflexion).

Spectromètre FTIR et son banc de microscopie infrarouge Frontier Spotlight 400 PERKIN ELMER (détecteurs MCT (7000 – 550 cm^{-1}) et linéaire segmenté (7000 – 680 cm^{-1}) ; accessoires UATR (universal attenuated total reflectance ; diamant massif), micro-ATR multimode (germanium) et ATR-imaging avec platine motorisée XYZ et mode d'imagerie rapide, résolution 3 μm , autofocus).

Spectromètre UV/Vis PERKIN ELMER Lambda 35. Plage de longueurs d'onde 190–1100 nm, résolution réglable entre 0.4 et 4 nm, plage d'absorbance linéaire 3.2A

Spectromètre de masse MKS Cirrus 3XD. 200amu. Chambre à vide quadripolaire en acier inoxydable montée dans un four pour réduire le bruit de fond; pompe résistante à la corrosion avec purge ; Capillaire à faible débit (0.1 ml/min) en acier inoxydable Flexil, chauffé à 150°C, longueur 2 mètres; Régulateur de pression intégré, qui contrôle la pression au niveau de l'orifice situé directement devant la source d'ions pour une stabilité de la pression.

Système d'observation de fluorescence VILBER LOURMAT VL-6.LC avec lampes UV 365 nm et 254 nm 2x6W et filtre

- **Microscopie**

Stéréomicroscope VWR SZT 300 avec caméra numérique MOTIC 10 MPix

Microscope optique polarisant NIKON LV100ND ECLIPSE lumière transmise ou réfléchie, 5 objectifs avec caméra CCD 5MPix

Microscope à force atomique OXFORD INSTRUMENTS MFP-3D INFINITY dans son enceinte acoustique (platine motorisée XYZ ; 12 modes d'observation ; chambre environnementale)

- **Chromatographie**

Micro-chromatographe en phase gazeuse CHEMLYS FUSION 4 modules avec automate de pilotage et traitement de données embarqué. Module A : BackFlush 1.0 uL, Rt-Molsieve 5A, 0.25 mm, 10 m, TCD2, Front (heated) ; Module B : BackFlush 1.0 uL, Rt-Molsieve 5A, 0.25mm, 10m, TCD2, Front (heated) ; Module C : Large Volume, Rt-Q-Bond, 0.25mm, 12m, TCD2, Front (heated) ; Module D : Large Volume, Rxi-1ms, 0.15mm, 10m, TCD2, Front (heated)