Introduction a l’archéométrie

Cours 1

**Etymologie**

Archéo = ancien

Métrie = mesure

-> mesure des choses anciennes

Archéométrie: L’utilisation des technique dérivées des sciences dures pour l’interprétation et l’analyse de l’archéologie

**Enjeux de la discipline:**

Contributions à la connaissance du Passé de l’Homme

-accéder à la trame chronologique des évènements

-identifier les matériaux constitutifs des objets du Patrimoine

Pour connaitre l’histoire de l’Homme du passé

-date de réalisation des objets anciens

-techniques de fabrication et leur évolution

-fonctions et statut des oeuvres d’art

Pour conserver, restaurer les oobjets du Patrimoine

-comprendre les processus physico-chimiques d’altération

-proposer des protocoles de sauvegarde

Pour authentifier une oeuvre d’art, expertiser

Principales questions sur les oeuvres d’art et les objets archéologiques

-en quoi il est fait ?

-comment a-t-il été réalisé ?

-d’où viennent les matières premières ?

-quel age a-t-il ?

-est-il authentique ?

-Est-il altéré ?

La “première” revue archéométriques

-archeometry

-journal of archaeological science

-Revue d’archeometrie -> archeo sciences

-technè

Livres de cours

-scientific methods and cultural heritage

-physico-chimie des matériaux archéologiques et culturels

-la collections “sciences archéologiques”

-archaeological chemistry

Une structuration nationale

-GMPCA

-réseau CAI-RN

Obsidienne et archeometrie

Obsidienne: matériaux utilisé par les préhistoriques, roche volcanique, verre naturel

Quelles obsidiennes faut-il caractériser ?

4 sources potentielles: ile de Palmarola, Lipari, l’ile de Pantelleria et Monte Arci

Comment identifier la “vraie” source ?

Possible de tracer l’origine de l’obsidienne par la géochimie depuis les 60’s

Méthode de fluorescente X -> portale energy-dispersive x-ray fluorescence ‘p-XXRF) analyzers

-Permet de travailler in situ

-Donne accès a des élèments qui sont intéressants pour les études de provenance

-résultat de l’analyse très rapide

Intérêt: analyse non destructive/ portable / dosage des éléments traces (très faible concentration)

Limitations: surface d’analyse minimum 3x3mm et épaisseur > 3mm

Cours 2

La matiere

Atomos -> matiere = constituee de particules qui interagissent entre elles

Ces atomes sont des entites composite constitué d’un noyau et d’electrons -> pretons et neutrons

Un atome est un edifice electriquement neutre constitué d’un noyau chargé positivement et d’electrons chargés negativement qui gravitent autour d’un noyau

Atome -> noyau= nucleons= neutrons + protons (chargés +)

-> electrons (charge -)

Un atome est caracterise par:

-une (ou plusieurs) lettre (s) le symbolisant ex C pour carbone

-son nombre de protons (+) appelé numero atomique Z

-son nombre de neutrons (neutre) N

-son nombre total de nucleons appelé nombrede masse A (A= Z+N)

La classification chimique: elle est basee sr le numero atomique Z

La classification physique: elle est basee sur le nombre masse A

Atome metallique et non-metallique

**Metaux:**

Propriete physique

Bon conducteur electrique

Ductiles

Mallebles

Eclat metallique

Bons conducteurs de la chaleur

Typiquement : solide, point de fusion eleve

Exemples: pb, ag, au , al , cu , zn, mg

Propriete chimiques

Reagissent avec les acides

Forment des oxydes basiques

Forment des caions

Forment des halogenure ioniques

**Non metaux**

Propriété physiques

Mauvais conducteurs electrique

Non ductiles

Non malleables (cassants)

Mats

Mauvais conducteurs de la chaleur

Typiquement: solides, liquides, gazeux, point de fusion peu eleve

Exemple: s,c, p, i,f, cl

Propriétés chimiques

Ne reagissent p as avec les acides

Forment des oxydes acides

Forment des anions

Forment des halogenures covalents

Propriete chimique de l’atome

La **liaison ionique** est un type de liaison chimique qui peut etre pforme par une paire d’atomes possedant une grande diff d’electronegativite

Le metal donne un ou plusieurs electrons pour former un ion charge positivement (cation)

Le non-metal capte ces electrons pour former un ion charge negativement ( anion)

Ex Na+ + Cll- -> NaCl

Les **liaison covalente** est une liaison chimique dans laquelle chacun des atomes met en commun un electrons de ses couches ext afin de former un doublet d’electrons liant les deux atomes. C’est une forme qui produit l’attraction mutuelle entre atomes

La liaison covalente implique generalement le partage equitable d’une seule paire d’electrons appele doublet liant. Chq atome fournissant un electron, la paire d’electrons est delocalisee entre deux atomes

Une liaison covalente est une liaison dans laquelle deux electrons de valence sont partage entre deux non metaux

Une **liaison metallique** est un type de liaison chimique, cette liaison permet la cohesion des atomes d’un metal

Elle concerne un tres grds nombre d’atomes (typiquementplusieur millios voire plus)

Ces atomes mettent en commun un ou plusieurs electrons, appele electrons libres qui vont etre a l’origine de la conductivite electrique des metaux

Par rapport a la liaison covalente, on peut voir les electrons libres comme deselectrons delocalises a toute la piece metallique

Pourquoi certains noyaux ne sont pas stables ?

La force d’interaction nucleaire, attractive, forte, a une portee tres courte de l’ordre de grandeur d’un nucleon

Pour l’assemblage et la cohesion de ce noyaux, trois cas de fig sont envisageable:

-nb. Neutrons et nb. Protons tel que la force nucleaire dorte et la repulsion coulombienne se compensent -> stabilite

-force excessivement disproportionnees -> instabilite totale

-situation intermediare: desequilibre entre les deux forces: le noyau existe pdt une duree limitee av de se desintegrer -> duree de vie

La radioactivite et le temps qui passe

Processus de transformation spotanee des noyaux atomique instables en noyaux stables par emission de projectible de haute energie

-> ejection de particules alpha, beta

-> production de rayonnements y(gama): degagement d’energie

Les desintegration alpha et beta s’accompagne le plus souvent:

Emmission de gamme: protons de grande energie (MeV) sans charge, ni masse qui correspondent à un rearrangemnt des nucleons

Decroissance de l’activité d’un echantillon radioactif en fonction du temps

M: activite radioactive: nb de desintegration emises par seconde

Structure

Le carbone est susceptible de cristaliser sous deux formes differentes:

-diamant

-graphite

L’espace minerale

Minéral: entite caracterise par une compo chmique, une formule (stoéchimétrie), par un agencement specifique d’atome, par une maille elementaire (structure)

Maille elemetaire: la plus petite entite qui permet de reconsilier le reseau cristallin tout entier

Les systemes cristallins

(accromath.uqam.ca)

Analyse structurale

Interaction sans perte d’energie

-> info sur l’agencement des atomes, la maille elementaire

-> la structure cristalline

Niveau de l’analyse

Cours 3

Explorer la matière

**Spécificités et contraintes de l’analuse des matériaux du patrimoine culturel**

Defit du point de vue analytique:

-prelevements interdits ou de tres peite taille (objets precieux, pas de prelevement -> méthode non-invasive, pas de dommage -> methode non destructives)

-materiaux composites, heterogenes, transformés par l’homme

-soumos à des degradations naturelles ou modifications humaines

Conplexite des conditions d’utilisation de l’objet et de leur conservation

-savoir faire perdu

-reutilisation en particulier des matieres precieuses (recyclage des métaux, pierres precieuses...)

-restaurations anciennes

**Choix des techniques analytiques**

* Criteres lies a la technique

-caractere non destructif

-mobilite

-nature des informations

-mise en oeuvre

-facilite (manipulation, interpretation

-cout

* Critere lies a l’echantillon

-niveau de l’analyse selon la problematique (elementaire, structurale,macroscopique

-alteration de l’echantillon

-quantite de matiere

**Analyse elementaire par spectrometrie**

Il s’agit de connaitre, identifier les atomes par le jeu des interactions matiere/rayonnement-> on envoie sur la matiere un rayonnement incident et la matiere va reemettre un rayonnement induit

**Analyse elementaire par spectometrie X**

Il s’agit de connaitre, identifier des atomes

Par quel moyen ?

En provoquant l’emission d’un rayonnement caracteristique de l’atome

Nous pouvons identifier un atome:

-en l’excitant par apport d’energie exterieure

- 1e- del’atome est excitéou arraché -> réarrangement du cortege des e- en revenant a l’etat initial, un e- se desexcite en émettant un rayonnement spécifique

En pratique, comment observer la desexcitation caracteristique des atomes

Il duffit de receuillir les raonnement emis par le materiau excité lors de son retour a l’etat stable

On identifie les elements presents en mesurant l’energie des rayonnement induits et en les comparant avec les spectres de reference

On peut provoquer l’emission caracteristique d’atomes en bombardant la matiereapr un faiseau

L’interaction entre le faisceau d’electrons et l’échantillon produit entre autres l’emission de rayons X caracteristiques des elements constructiifs du materiau et des electrons secondaires et rétrodifuses a la base des images

**Apports du MED: imagerie et analyses**

Imageries: les electrons secondaires ejectes des atomes de l’echantillon permettent la visualisation de la topographie de la surface

-par le jeu des interactions matiere/rayonnement

PIXE: émission X induite par des particules

Analyse structurale pour identifier l’espece minerale

Mineral: entite caracterisee par une composition chimique, une formue (stoéchiométrie), par un agencement specifique d’atomes, par une maille elementaire (structure)

Comment identifier ces structure cristallines ?

-par diffraction des rayons X

Le rayonnement X primaire est dévié, diffracté

-par spectrométrie Raman

Reconnaissance de composés par spectrométrie Raman

Comment procéder ?