

Re.S.Artes

le Regard de la Science sur les Arts et le Patrimoine Culturel

Présente ...

*La Science pour
l'Art Illustrée*

*un ensemble de BDs courtes afin d'expliquer
autrement l'apport de la Science au Monde
de l'Art et du Patrimoine Culturel*

*Textes : Docteurs Celine Roque et
Emmanuel Vartanian,
Julien Pessarossi*

Dessins : Julien Pessarossi





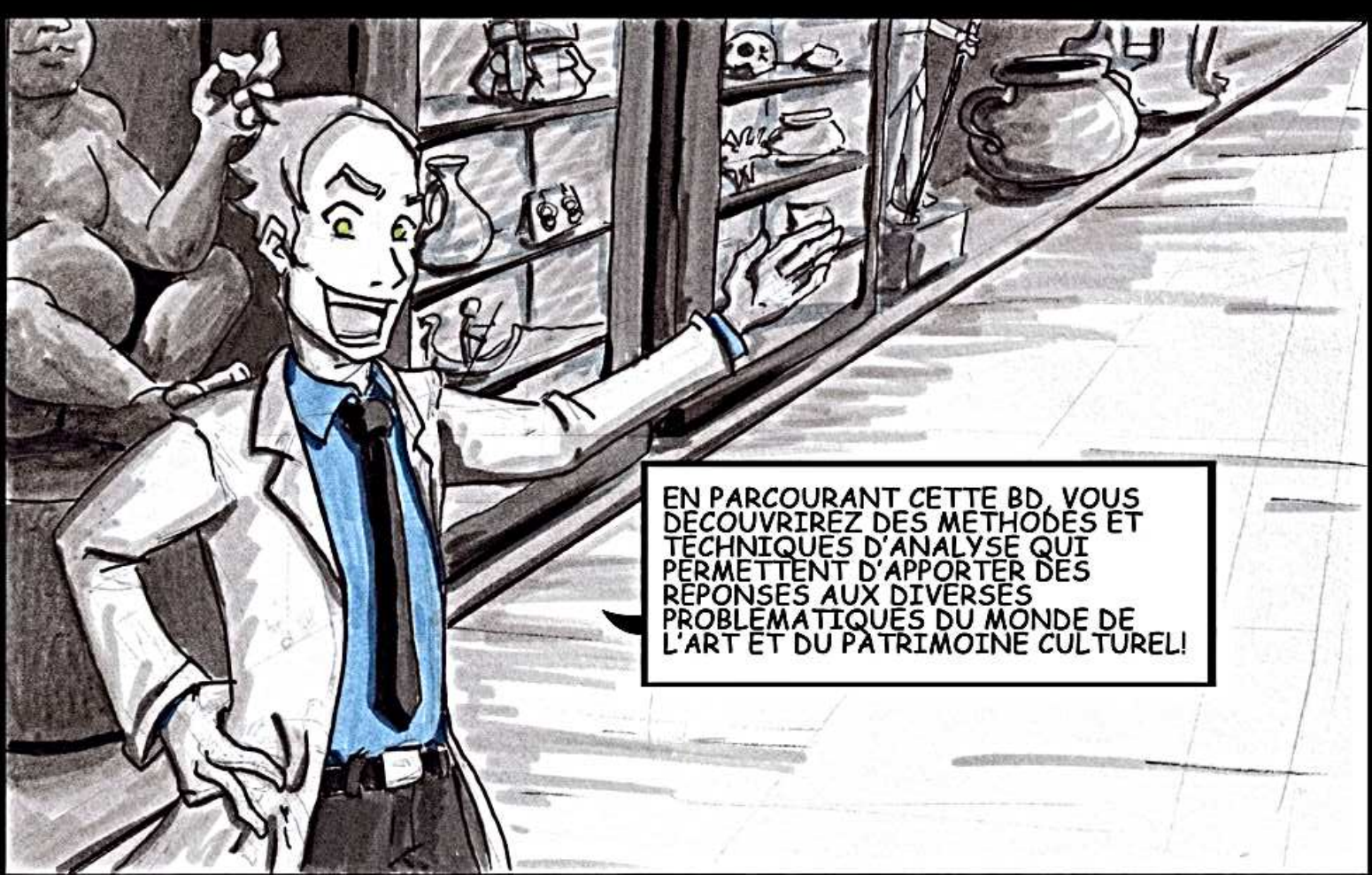
JE NE ME DOUTAIS PAS QUE LA SCIENCE PRENAIT UNE PLACE SI IMPORTANTE DANS LA RECHERCHE ARCHEOLOGIQUE ET L'ETUDE DES OBJETS D'ART !

ET POURTANT BON NOMBRE D'ARCHEOLOGUES ET D'EXPERTS FONT APPEL A LA SCIENCE POUR COMPLETER LEUR APPROCHE !



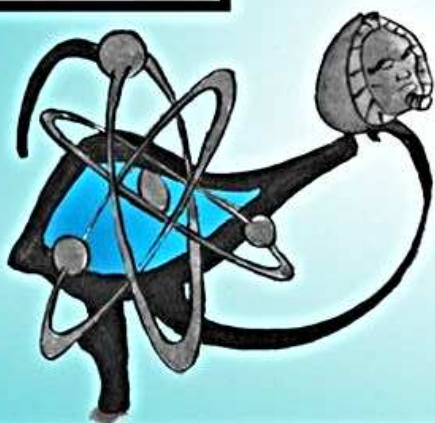
COMMENT LA SCIENCE PEUT-ELLE AIDER DES EXPERTS A MIEUX CONNAITRE LEURS OBJETS ?

ET BIEN TOUT DEPEND DES MATERIAUX CONSTITUTIFS DE L'OBJET ET DE LA QUESTION POSEE!



EN PARCOURANT CETTE BD, VOUS DECOUVRIREZ DES METHODES ET TECHNIQUES D'ANALYSE QUI PERMETTENT D'APPORTER DES REPONSES AUX DIVERSES PROBLEMATIQUES DU MONDE DE L'ART ET DU PATRIMOINE CULTUREL!

QUE PEUX-TU FAIRE
POUR ANALYSER MON
OBJET EN BOIS?



JE PEUX TE PROPOSER
DE DATER LE BOIS
PAR LA TECHNIQUE
DU CARBONE 14!



TOUT D'ABORD, NOUS DEVONS PRELEVER
UN ECHANTILLON. POUR CELA, NOUS
UTILISONS UN OUTIL ADAPTE...



ET CHOISISSONS
LA LOCALISATION
DU PRELEVEMENT DE
MANIERE A CE QU'IL
SOIT REPRESENTATIF!



EN GENERAL,
20 A 30 mg
SUFFISENT!

L'ECHANTILLON EST ENSUITE TRAITE,
ET LES ATOMES DE CARBONE 14 QU'IL
CONTIENT SONT COMPTABILISES A
L'AIDE D'UN SPECTROMETRE DE MASSE...



MAIS POURQUOI
LES ATOMES DE
CARBONE 14?
ET BIEN C'EST
CE QUE NOUS
ALLONS VOIR ...

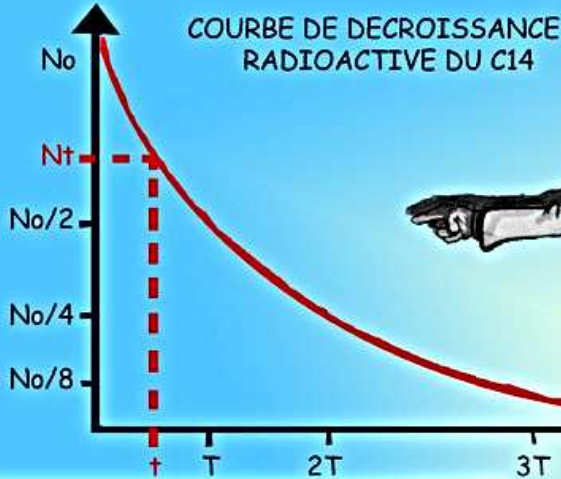


LE CARBONE 14 (C^{14}) EST PRODUIT DANS L'ATMOSPHERE SOUS L'ACTION DE L'ACTIVITE SOLAIRE ET DU RAYONNEMENT COSMIQUE. IL EST ENSUITE ASSIMILE PAR TOUS LES ORGANISMES VIA LA CHAINE ALIMENTAIRE. DONC, A LEUR MORT, LES ORGANISMES N'ABSORBENT PLUS DE C^{14} . CELUI-CI ETANT RADIOACTIF, IL DISPARAIT SPONTANEMENT PAR DESINTEGRATION: LE TAUX DE C^{14} QUI ETAIT STABLE LORS DE LA VIE DE L'ORGANISME DIMINUE!



N_0 : Nombre d'atomes de C^{14} à la mort de l'organisme
 T : Période de désintégration radioactive du C^{14} = 5734 ans

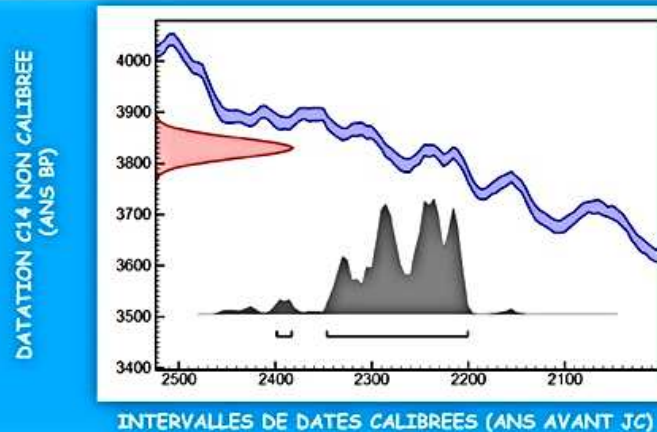
N_t : Nombre d'atomes de C^{14} mesurés dans le matériau
 t : nombre d'années écoulées depuis la mort de l'organisme



CONNAISSANT LA PERIODICITE DE LA DECROISSANCE RADIOACTIVE DU C^{14} , NOUS POUVONS RETROUVER LE TEMPS ECOULE DEPUIS LA MORT DE L'ORGANISME !

TOUS LES 5734 ANS, LE NOMBRE D'ATOMES DE C^{14} CONTENU DANS LE MATERIAU EST DIVISE PAR DEUX !!

NOUS CALIBRONS L'AGE MESURE AFIN DE TENIR COMPTE DES FLUCTUATIONS DE LA PRODUCTION DE C^{14} DANS L'ATMOSPHERE...



...CE QUI DONNE LA DATE DE LA MORT DE L'ORGANISME SOUS FORME D'INTERVALLES DE PROBABILITE: CETTE INFORMATION EST OBJECTIVE ET TOTALEMENT INDEPENDANTE DE L'ATTRIBUTION STYLISTIQUE DE L'OBJET!

BIEN EVIDEMMENT IL Y A DES LIMITES, UNE FORTE INCERTITUDE SUR LA PERIODE [18^{ème} - 19^{ème} SIECLES], LE FAIT QUE L'ON DATE LE MATERIAU ET NON LA SCULPTURE ... MAIS LE C^{14} RESTE L'APPROCHE

LA MIEUX ADAPTEE POUR DONNER UNE INFORMATION CHRONOLOGIQUE SUR LES OBJETS EN MATIERE ORGANIQUE TELLE QUE LE BOIS !



QUE PEUX TU FAIRE POUR
ANALYSER MA CERAMIQUE?

JE PEUX TESTER
L'ANCIENNETE DE SA
CUISSON GRACE A LA
THERMOLUMINESCENCE

TOUT D'ABORD, NOUS
AVONS BESOIN DE
DEUX PRELEVEMENTS
REPRESENTATIFS DE
L'OBJET ...

UNE CENTAINE
DE MILLIGRAMMES
SUFFISENT ...

NOUS CHOISISSEONS LA
LOCALISATION DE CES
PRELEVEMENTS AVEC SOIN ET
UTILISONS UN OUTIL ADAPTE!
ATTENTION A NE PAS ALLER
TROP VITE AFIN D'EVITER LES
FRICTIONS! ...

LES ECHANTILLONS SONT
ENSUITE PLACES A L'ABRI DE
LA LUMIERE DANS UN SAC
NOIR, AVANT LEUR ANALYSE
AU LABORATOIRE ...

MAINTENANT, QUELQUES
DETAILS SUR LA TECHNIQUE
POUR MIEUX LA COMPRENDRE

LA TL EXPLOITE LA CAPACITE DES CRISTAUX A ABSORBER L'ENERGIE PROVENANT DE LEUR ENVIRONNEMENT

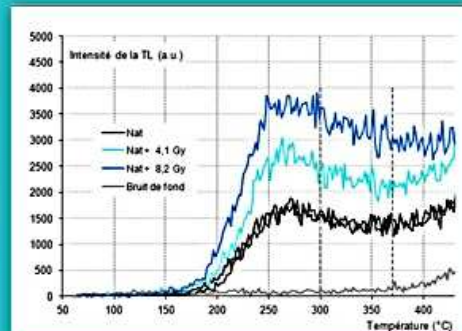


CETTE ENERGIE PROVIENT DE LA RADIOACTIVITE NATURELLE ET DU RAYONNEMENT COSMIQUE: ELLE EST CONSTAMMENT ABSORBEE AU COURS DU TEMPS ...

AU LABO, NOUS CHAUFFONS LE MATERIAU AFIN QU'IL RELACHE L'ENERGIE ACCUMULEE DEPUIS SA DERNIERE CUISSON: ON OBSERVE ALORS UNE LUMINESCENCE !



C'EST CETTE LUMIERE EMISE EN REPONSE A LA CHAUFFE QUI DONNE SON NOM A LA TECHNIQUE: LA THERMOLUMINESCENCE



UN RAPPORT ENTRE "ED" ET "I" PERMET D'EVALUER L'ANCIENNETE "t" DE LA DERNIERE CUISSON

$$t = \frac{ED}{I}$$

t: Ancienneté de la dernière cuisson
ED: Energie accumulée dans le matériau
I: Energie absorbée par an

EVIDEMMENT, IL Y A DES LIMITES, PAR EXEMPLE ...



CERTAINES TERRES CUITES, EN PARTICULIER LES FAÏENCES OU LES PORCELAINES, NE SE PRETENT PAS BIEN AUX TESTS "CLASSIQUES" DE TL...

CEPENDANT, LA TL RESTE LE PLUS SOUVENT UNE TECHNIQUE EFFICACE, RAPIDE ET PEU COUTEUSE!



PEUT-ON DATER TOUS LES MATERIAUX ?
EST-CE TOUJOURS UTILE POUR LEUR
AUTHENTIFICATION ?

AH ! TRES BONNE QUESTION !
EN EFFET CERTAINS MATERIAUX
COMME LE METAL OU LE VERRE,
NE SONT PAS DATABLES...

POUR LA PIERRE, UNE
DATATION DONNERAIT
L'AGE DE SA FORMATION,
CE QUI N'EST PAS UTILE
POUR APPRECIER
L'ANCIENNETE DE LA
SCULPTURE !

MAIS ALORS, COMMENT
FAIRE POUR AUTHENTIFIER
UN OBJET EN METAL
OU EN PIERRE ?!!

NOUS ALLONS NOUS INTERESSER A D'AUTRES CRITERES
D'ANCIENNETE ! CAR SI LEUR DATATION N'EST PAS
ENVISAGEABLE, ILS SONT TOUT DE MEME SOUMIS A
L'ACTION DU TEMPS : ILS S'ALTERENT !

NOUS ALLONS DONC ANALYSER LEUR SURFACE POUR
RECHERCHER DES DEGRADATIONS LIEES A UNE
EXPOSITION PROLONGEE A DES AGENTS ALTERANTS
NATURELS...

QUELLE METHODE D'ANALYSE
UTILISONS-NOUS POUR CELA ?

LA MICROANALYSE ! GRACE AU
MICROSCOPE ELECTRONIQUE A
BALAYAGE ET A LA FLUORESCENCE DE
RAYONS X, ELLE PERMET D'OBSERVER LES
MATERIAUX A L'ECHELLE
MICROSCOPIQUE ET DE DETERMINER
LEUR COMPOSITION CHIMIQUE !

A PARTIR DE CES INFORMATIONS, ON PEUT
IDENTIFIER LES MATERIAUX, ANALYSER
LEUR ETAT D'ALTERATION ET VALIDER
LEUR COMPATIBILITE AVEC L'ANCIENNETE
PRESUMEE DE LA SCULPTURE DE L'OBJET.

CETTE METHODE EST APPLIQUEE SUR LES
OBJETS EN METAL, EN PIERRE OU ENCORE
LES VERRES...



PRENONS LE CAS DE LA PIERRE. TOUT D'ABORD, IL NOUS FAUT OBTENIR UN ECHANTILLON DU MATERIAU : IL DOIT ETRE REPRESENTATIF DE L'OBJET ET PRIS PERPENDICULAIREMENT A LA SURFACE POUR POUVOIR OBSERVER LA PROGRESSION DES ALTERATIONS VERS LE CŒUR DE LA ROCHE. POUR CELA ON DECOUPE UN PETIT FRAGMENT A L'AIDE D'UNE SCIE A MAIN. IL NE MESURE QUE QUELQUES MILLIMETRES DE COTE !

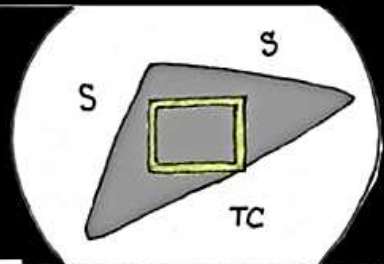
PUIS CET ECHANTILLON EST ENROBE DANS UNE RESINE POLYMER. ATTENTION ! IL FAUT BIEN REPERER LE PLAN DE COUPE PERPENDICULAIRE A LA SURFACE DE L'OBJET ! C'EST CELUI QUI DOIT ETRE POLI ET ETUDIE !

LA SECTION QUE NOUS ALLONS ANALYSER PRESENTE TROIS COTES : L'UN CORRESPOND A LA FACE SCULPTEE DE L'OBJET (S), UN AUTRE AU TRAIT DE COUPE (TC) C'EST-A-DIRE AU CŒUR SAIN DE LA ROCHE ...

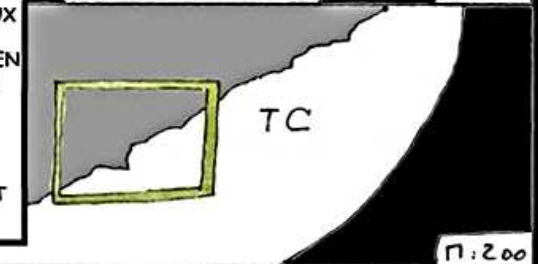
... LE TROISIEME PEUT ETRE UNE SECONDE FACE SCULPTEE, UNE CASSURE ANCIENNE OU UN SECOND TRAIT DE COUPE...

L'ANALYSE SE DERoule EN DEUX TEMPS... NOUS COMMENÇONS PAR CARACTERISER LA PIERRE EN SON CŒUR : DE QUELLE ROCHE S'AGIT-IL ? QUEL EST SON NIVEAU DE POROSITE ? QUEL EST SON ETAT DE CONSERVATION ? CES INFORMATIONS CONSTITUENT NOTRE REFERENCE...

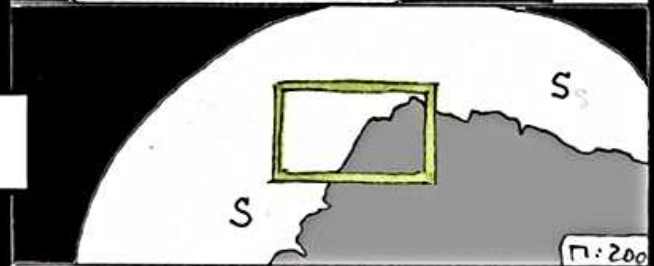
PUIS NOUS NOUS INTERESSONS A LA SURFACE SCULPTEE !



1: 50



1: 200

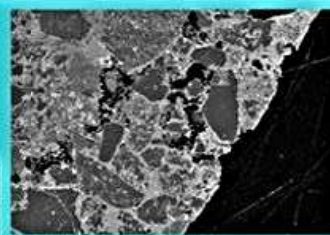


1: 200

TOUTE MODIFICATION DE TEXTURE OU DE CHIMIE EN SURFACE PAR RAPPORT AU CŒUR DE LA ROCHE CONSTITUE UN INDICE D'ALTERATION.

NOUS ALLONS DONC RECHERCHER CES PHENOMENES ET DETERMINER S'ils SONT DUS A UNE EXPOSITION PROLONGEE A DES AGENTS DE DEGRADATION NATURELS OU S'ils ONT ETE PROVOQUES PAR DES TRAITEMENTS CHIMIQUES.

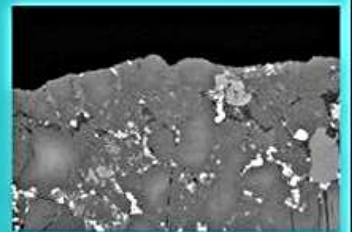
C'EST DONC UN TRAVAIL MINUTIEUX QUI NECESSITE UNE BONNE CONNAISSANCE DES PROCESSUS D'ALTERATION NATURELLE DES ROCES ET UNE GRANDE EXPERIENCE DANS L'ANALYSE DES OBJETS



DANS CE PREMIER CAS, LA SURFACE SCULPTEE DE LA ROCHE PRESENTE LES CARACTERISTIQUES D'UNE DEGRADATION PROGRESSIVE INDUITE PAR DES PHENOMENES NATURELS SUBIS PENDANT UNE LONGUE PERIODE : DEVELOPPEMENT DE POROSITES, DECOHESION DES PHASES MINERALES FRAGILES, RECRISTALLISATION DE MINERAUX...

CES RESULTATS INDiquENT QUE LE MATERIAU A ETE ALTERE A L'ISSUE DE LA SCULPTURE DE L'OBJET !

... TANDIS QUE DANS CE SECOND CAS, LA ROCHE N'EST PAS MODIFIEE EN SURFACE : ON N'OBSERVE PAS DE DIFFERENCE DE TEXTURE NI DE CHIMIE ENTRE LA SURFACE ET LE CŒUR DU MATERIAU. CETTE SCULPTURE NE S'EST PAS ALTEREE AVEC LE TEMPS : ELLE EST MODERNE !



ATTENTION, LES FAUSSAIRES CHERCHENT A IMITER LES PHENOMENES NATURELS D'ALTERATION DES ROCES EN APPLIQUANT DES ACIDES SUR LA SURFACE DES OBJETS, MAIS LES EFFETS PRODUITS NE TROMPENT PAS L'ŒIL DE L'ANALYSTE EXPERIMENTE !



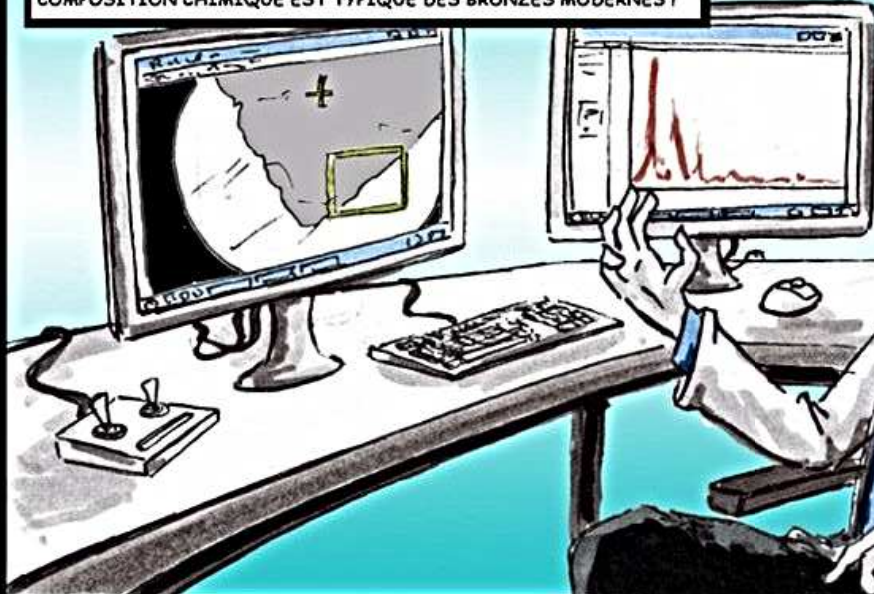
PRENONS MAINTENANT LE CAS D'UN OBJET EN BRONZE. LA METHODE D'ANALYSE UTILISEE SERA LA MEME QUE POUR LES PIERRES... ET DONC LE PRELEVEMENT SERA FAIT DANS LES MEMES CONDITIONS !



IL S'AGIT DE DECOUPER UN PETIT FRAGMENT PERPENDICULAIREMENT A LA SURFACE PUIS DE L'ENROBER DANS UNE RESINE ET DE POLIR LA SECTION A ANALYSER ...



LE BRONZE EST UN ALLIAGE METALLIQUE FABRIQUE PAR L'HOMME, ET SA COMPOSITION A EVOLUE AU COURS DU TEMPS... DE CE FAIT, ON PEUT MONTRER QU'UN OBJET A ETE FAIT AU XXEME SIECLE SI SA COMPOSITION CHIMIQUE EST TYPIQUE DES BRONZES MODERNES !



MAIS LES OBJETS FAUX SONT AUSSI SOUVENT FABRIQUES AVEC DES ALLIAGES QUI RESPECTENT LES RECETTES ANCIENNES. DANS CE CAS, IL FAUT ANALYSER LES PROCESSUS DE CORROSION DU METAL POUR SE PRONONCER SUR SON ANCIENNETE... ET APPLIQUER LA MEME DEMARCHE QUE POUR LES SCULPTURES EN PIERRE !

EN RESUME, L'ANALYSE SCIENTIFIQUE DES OBJETS EN PIERRE OU EN METAL REPOSE SUR L'IDENTIFICATION DU MATERIAU ET L'ETUDE DE SON ALTERATION SUPERFICIELLE. NOUS NE DATONS PAS DIRECTEMENT L'OBJET MAIS NOUS CHERCHONS A DETERMINER SI SA COMPOSITION ET SON VIEILLISSEMENT SONT COMPATIBLES AVEC L'ANCIENNETE PRESUMEE DE SA FABRICATION...



... DE PLUS, LES ALTERATIONS SONT EGALEMENT FONCTION DES CONDITIONS DE CONSERVATION DES OBJETS : DEUX SCULPTURES CONTEMPORAINES SOUMISES A DES ENVIRONNEMENTS DIFFERENTS NE VONT PAS S'ALTERER A LA MEME VITESSE NI AVEC LA MEME AMPLIEUR.

C'EST POURQUOI CES ETUDES DOIVENT ETRE MENEES AVEC BEAUCOUP DE PRUDENCE ET NECESSITENT UNE GRANDE EXPERIENCE DE L'ANALYSTE !

... MAIS PARFOIS LES INTERPRETATIONS PEUVENT ETRE DISCUTEES. PAR EXEMPLE, UNE SCULPTURE POURRAIT PRESENTER DES PHENOMENES D'ALTERATION NATURELS, MAIS TROP PEU DEVELOPPES : IL POURRAIT S'AGIR D'UNE COPIE DU XIXEME SIECLE OU D'UN OBJET ANCIEN AYANT SUBI UN POLISSAGE DE SA SURFACE RECEMMENT...



DIS MOI, J'AIMERAIS ÊTRE SÛR QUE CE BRONZE N'EST PAS UN FAUX DU XX^{ème} SIECLE... MAIS IL EST SUPPOSE ÊTRE DU XVIII^{ème} SIECLE!

JE VOIS, LA MICROANALYSE POURRAIT NE PAS ÊTRE SUFFISANTE SI L'ALLIAGE NE PRÉSENTE PAS DE CARACTÉRISTIQUES STRICTEMENT MODERNES...

LE PLOMB 210? EN QUOI CONSISTE CETTE TECHNIQUE? ...

DANS CE CAS, POURQUOI NE PAS UTILISER LA TECHNIQUE DU PLOMB 210? ...

TU SAIS QUE TOUTE MATIÈRE CONTIENT UNE PART D'ÉLÉMENTS RADIOACTIFS, QUI LIBÈRENT LEUR SURPLUS D'ÉNERGIE EN SE DESINTÉGRANT POUR SE STABILISER ...

OR, LORS DE LA FONTE DES MÉTAUX CONSTITUTIFS DU BRONZE, UNE SEGREGATION DES ÉLÉMENTS RADIOACTIFS S'OPÈRE...

noyau père instable
noyau fils stable
énergie émise : radioactivité

ET BIEN LES MINÉRAIS DE CUIVRE, ÉTAÏN, ZINC, ... AINSI QUE LE PLOMB QUI LEUR EST ASSOCIÉ POUR LA FONTE DE L'ALLIAGE, CONTIENNENT PLUSIEURS ÉLÉMENTS RADIOACTIFS...

AINSI, L'URANIUM, LE THORIUM, ... RESTENT DANS LES SCORIES, ...

EXACTEMENT DU MOINS INITIALEMENT! ET COMME TOUS LES ÉLÉMENTS RADIOACTIFS, IL EST CARACTÉRISÉ PAR SA DEMI-VIE, LA PÉRIODE AU BOUT DE LAQUELLE SA QUANTITÉ INITIALE EST DIVISÉE PAR DEUX!

CONTRAIREMENT AU PLOMB QUI EST INTÉGRÉ DANS LA PHASE MÉTALLIQUE!

DONC IL Y A DU PLOMB 210 DANS UN BRONZE ?

DONC ON PEUT DATER
LE BRONZE ?!

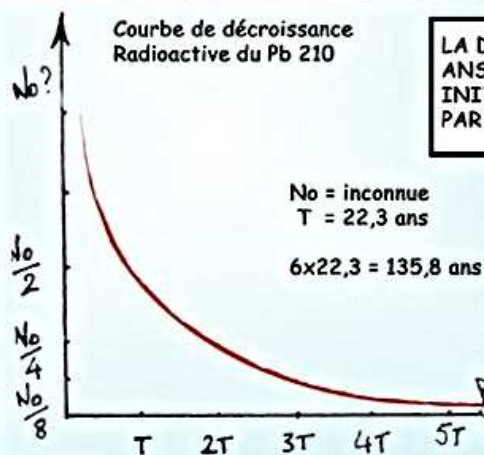
MALHEUREUSEMENT NON, CAR
NOUS N'AVONS PAS LE MOYEN
DE CONNAÎTRE LA QUANTITE
INITIALE DU PLOMB 210...

... OR, C'EST UNE INFORMATION
NECESSAIRE POUR TOUTE
TECHNIQUE DE DATATION!

MAIS NOUS POUVONS
TOUT DE MEME EXTRAIRE
UNE INFORMATION
CHRONOLOGIQUE DE LA
MESURE DU PLOMB 210!



Courbe de décroissance
Radioactive du Pb 210



LA DEMI-VIE DU PLOMB 210 ETANT DE 22,3
ANS, NOUS SAVONS QUE SA QUANTITE
INITIALE DANS L'ALLIAGE EST DIVISEE
PAR DEUX TOUTS LES 22,3 ANS...

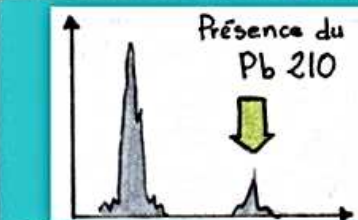


... CEPENDANT, IL N'EST PLUS POSSIBLE DE
DETECTER LA RADIOACTIVITE LIEE AU
PLOMB 210 APRES UN TEMPS DE L'ORDRE DE
6 PERIODES, SOIT ENVIRON 130 ANS!!



DONC, SI UN ALLIAGE DE CUIVRE A ETE
FONDU IL Y A PLUS DE 130 ANS, IL NE
DEVRAIT PLUS CONTENIR DE PLOMB 210?

EXACTEMENT! ET
INVERSEMENT, SI ON
DETECTE LA PRESENCE
DU PLOMB 210 DANS
L'ALLIAGE, CELUI-CI A
MOINS DE 130 ANS!



CETTE TECHNIQUE EST D'AUTANT PLUS
INTERESSANTE QU'UNE CENTAINE DE
mg SUFFISENT POUR L'ANALYSE!

CEPENDANT, IL FAUT NOTER QUE
L'ABSENCE DE PLOMB 210 N'EST PAS UNE
PREUVE D'AUTHENTICITE! UN OBJET
MODERNE PEUT ÊTRE REALISE A PARTIR DE
BRONZE ANCIEN... C'EST POURQUOI IL
FAUT GARDER A L'ESPRIT QUE CETTE
TECHNIQUE PORTE SUR L'ANCIENNETE DU
METAL ET NON CELLE DE L'OBJET.

ELLE RESTE TOUTEFOIS TRES
UTILE POUR DETERMINER SI UN
ALLIAGE CONTENANT DU PLOMB A
ETE FABRIQUE AU XX^eME SIECLE
ET DANS CERTAINS CAS ELLE PEUT
COMPLETER EFFICACEMENT LA
MICROANALYSE.



DIS MOI, COMMENT ETRE
SUR DE L'AUTHENTICITE
DE CETTE PIECE D'ECHEC ?

PEUT-ON UTILISER
LA MICROANALYSE
SUR UN OBJET EN
CRISTAL DE ROCHE ?



MALHEUREUSEMENT
LE CRISTAL DE ROCHE
EST TROP RESISTANT
A L'EROSION...

NOUS N'OBTIENDRONS
PAS D'INFORMATION
SUFFISAMMENT
PERTINENTE POUR SE
PRONONCER SUR SON
ETAT D'ALTERATION.



L'ERDA ? CETTE TECHNIQUE
EST-ELLE VRAIMENT EFFICACE ?

JE TE PROPOSE DONC D'UTILISER
UNE TECHNIQUE NON-INVASIVE
QUI PERMET D'EVALUER
L'ANCIENNETE DE LA TAILLE DE
L'OBJET : « L'ERDA ».



EVIDEMMENT ! ELLE A ETE UTILISEE
AFIN DE PROUVER QUE LE FAMEUX
CRANE DE CRISTAL ETAIT MODERNE

COMMENT FONCTIONNE
CETTE TECHNIQUE ?



ET BIEN ON S'INTERESSE A
L'HYDRATATION PROGRESSIVE
DE LA SURFACE DU CRISTAL DE
ROCHE...

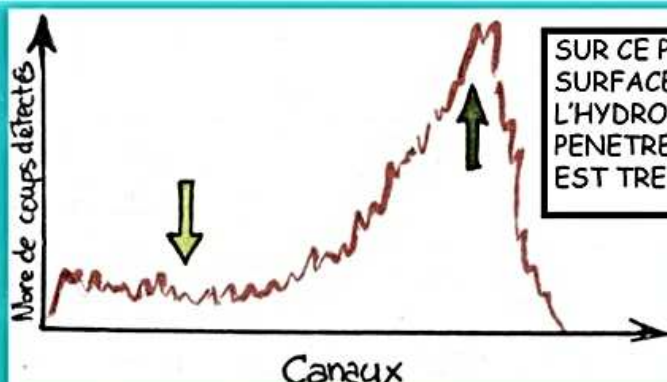


PLUS EXACTEMENT A L'EAU ADSORBEE
AU NIVEAU MOLECULAIRE. UN
PHENOMENE NATUREL QUI SE
DEVELOPPE SUR DE LONGUES
PERIODES ET QUI NE PEUT PAS ETRE
ARTIFICIELLEMENT REPRODUIT.

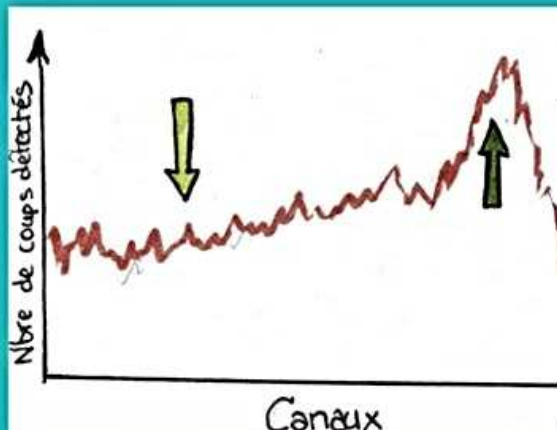


MAIS COMMENT PEUT-ON DETERMINER LA QUANTITE D'EAU ADSORBEE PAR LE CRISTAL DE ROCHE ?

ON MESURE LE TAUX D'HYDROGENE INTRODUIT SOUS FORME D'OH A LA SURFACE DE L'OBJET ET PLUS EN PROFONDEUR, ET SA DIFFUSION DANS LE MATERIAU...



SUR CE PROFIL, ON OBSERVE UN PIC EN SURFACE PUIS SA CHUTE BRUTALE: L'HYDROGENE N'A PAS EU LE TEMPS DE PENETRER DANS LE MATERIAU, LA TAILLE EST TRES CERTAINEMENT RECENTE.



SUR CE SECOND PROFIL, ON OBSERVE LE MEME PIC EN SURFACE, PUIS LES OH DIFFUSENT EN PROFONDEUR, CE QUI EST TRADUIT PAR UNE PENTE BEAUCOUP PLUS DOUCE DE LA COURBE ET UN NIVEAU DE BASE PLUS ELEVE QUE DANS L'EXEMPLE PRECEDENT. CE RESULTAT EST COMPATIBLE AVEC UNE TAILLE ANCIENNE DE L'OBJET.



L'INFORMATION OBTENUE N'EST DONC PAS UNE DATATION CAR NOUS NE POUVONS PAS CONNAITRE LA VITESSE DE DIFFUSION DE L'EAU DANS LE CRISTAL, PHENOMENE LIE AUX CONDITIONS DE CONSERVATION.



MAIS LA NATURE DE L'INFORMATION OBTENUE ET LE CARACTERE NON INVASIF DE L'ANALYSE FONT DE L'ERDA LA TECHNIQUE LA MIEUX ADAPTEE A L'AUTHENTIFICATION DES OBJETS EN CRISTAL DE ROCHE.

DIS MOI, ANALYSE-T-ON SEULEMENT LA COMPOSITION ELEMENTAIRE DES MATERIAUX QUE L'ON NE PEUT PAS DATER, COMME LA PIERRE, LE METAL OU LES PIGMENTS?



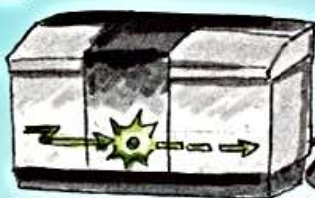
PAS SEULEMENT NON, IL NOUS ARRIVE D'UTILISER DES TECHNIQUES DE SPECTROMETRIE AFIN D'IDENTIFIER SPECIFIQUEMENT DES COMPOSANTS MOLECULAIRES ...

LA SPECTROMETRIE EST UN TERME TRES GENERAL POUR DESIGNER L'ENREGISTREMENT D'UN SPECTRE CARACTERISTIQUE D'UN COMPOSE (MINERAL, MOLECULE,...)

NOUS EN UTILISONS DEUX EN COMPLEMENT DE LA FLUORESCENCE X...



DEUX TECHNIQUES? LESQUELLES? COMMENT FONCTIONNENT-ELLES?



LA METHODE EST NOMMEE D'APRES LA NATURE DU FAISCEAU INCIDENT UTILISE ...



C'EST ASSEZ "FACILE", DANS UN SPECTROMETRE, LA MATIERE REAGIT AVEC UN FAISCEAU LUMINEUX INCIDENT. NOUS ENREGISTRONS CES "REACTIONS" SOUS FORME DE SPECTRES QUI PERMETTENT D'IDENTIFIER, GRACE A UNE BASE DE DONNEES, LES DIFFERENTS COMPOSANTS DU MATERIAU...



NOUS UTILISONS LA **SPECTROMETRIE INFRAROUGE A TRANSFORMEE DE FOURIER**, OU IRTF, QUI ETUDIE LES VIBRATIONS MOLECULAIRES DU MATERIAU INDUITES PAR UN RAYONNEMENT INFRAROUGE...

...AINSI QUE LA **SPECTROMETRIE RAMAN** QUI ANALYSE LES VIBRATIONS INDUITES PAR UNE LUMIERE DIFFUSEE, EN GENERAL, UN LASER VERT OU BLEU ...

POURQUOI UTILISER DEUX TECHNIQUES DIFFERENTES BASEES SUR DES PROPRIETES EQUIVALENTES?



PARCE QUE CERTAINS COMPOSES REAGISSENT MIEUX AVEC L'UNE OU L'AUTRE DES TECHNIQUES ET SERONT DONC PLUS FACILEMENT IDENTIFIABLES SELON LA METHODE ADOPTEE...



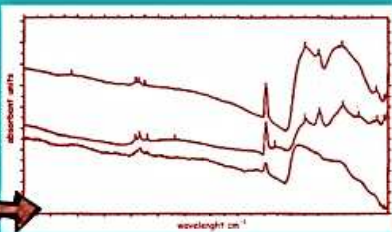
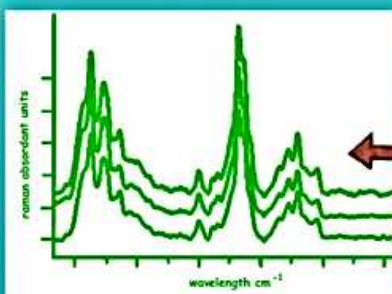
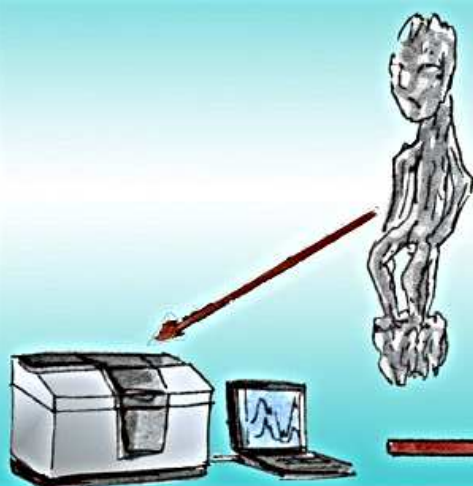
PAR EXEMPLE, DANS LE CAS DES TABLEAUX, NOUS UTILISERONS PRÉFÉRENTIELLEMENT L'IRTF POUR IDENTIFIER LES PHASES ORGANIQUES DE LA PEINTURE



...TANDIS QUE LE RAMAN POURRA ÊTRE PRÉFÉRÉ POUR LES PIGMENTS QUI SONT SOUVENT COMPOSÉS DE PHASES MINÉRALES



OU ENCORE, DE MANIÈRE PLUS SPÉCIFIQUE, L'IRTF PEUT AUSSI ANALYSER LES MOLECULES ORGANIQUES D'AUTRES MATÉRIEAUX, TELS QUE LES BOIS, ALLANT JUSQU'À RECONNAÎTRE LES MOLECULES HYDRATÉES...



...LE RAMAN QUANT À LUI PEUT RECONNAÎTRE LES MINÉRAUX TRANSFORMÉS POUR SIMULER UN ASPECT "ANCIEN", PAR EXEMPLE PAR CHAUFFAGE...

CES TECHNIQUES PERMETTENT D'IDENTIFIER DES MOLECULES ET COMPLÈTENT ALORS LA FLUORESCENCE X QUI NE PEUT DONNER QUE LA COMPOSITION ÉLÉMENTAIRE DES MATÉRIEAUX...



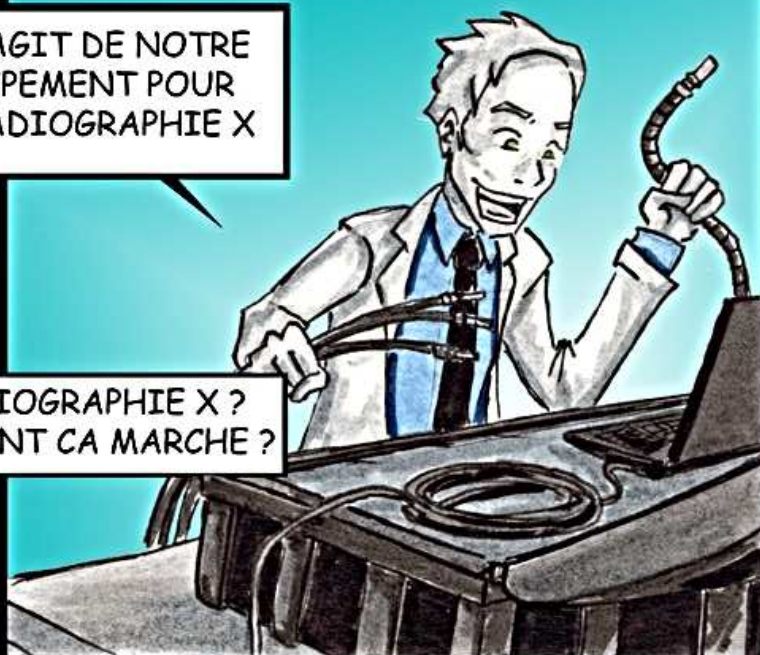
DE PLUS, ELLES PERMETTENT D'APPORTER DES INFORMATIONS INNOVANTES POUR ABORDER LES PROBLÉMATIQUES D'ANCIENNETÉ DES MATÉRIEAUX!



QU'EST-CE QUE C'EST
QUE CET APPAREIL ?!!

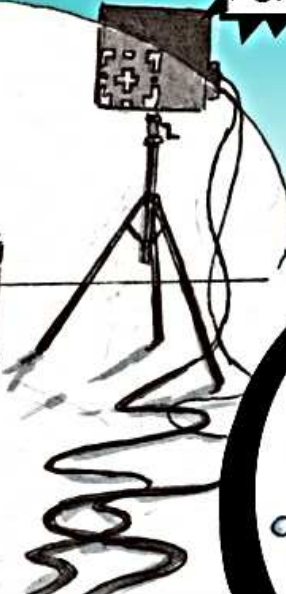
IL S'AGIT DE NOTRE
EQUIPEMENT POUR
LA RADIOGRAPHIE X

LA RADIOGRAPHIE X ?
COMMENT CA MARCHE ?



LE PRINCIPE EST ASSEZ SIMPLE. L'OBJET
EST PLACE ENTRE UN EMETTEUR ET UN
CAPTEUR DE RAYONS X. L'ENERGIE DES
RAYONS X PERMET AU RAYONNEMENT
DE TRAVERSER LA MATIERE ET DE
DISTINGUER LES MATERIAUX SELON
LEUR EPAISSEUR ET LEUR DENSITE !

DES RAYONS X ?!
CE N'EST PAS
DANGEREUX ?!!



PAS SI L'ON RESPECTE CERTAINES
CONSIGNES! DISTANCE DE
SECURITE, BALISAGE DE LA ZONE
DE TIR ET UTILISATION D'UN
COFFRE EN PLOMB POUR BLOQUER
LE RAYONNEMENT DE FUITE ...

DE PLUS, NOTRE PERSONNEL
EST FORME ET RECOIT UNE
HABILITATION AFIN
D'UTILISER CET EQUIPEMENT

COFFRE EN PLOMB

ZONE
SURVEILLEE



ZONE
DANGEREUSE

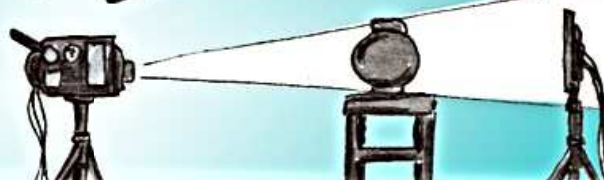
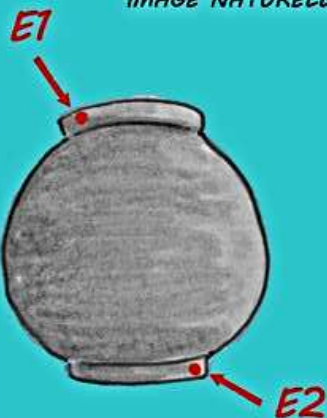


IMAGE NATURELLE



SI L'ON RADIOGRAPHIE CE VASE, ON SE REND COMPTE QU'IL SE COMPOSE DE FRAGMENTS DE TERRE CUITE DE TEXTURE ET DE DENSITE VARIEES ! ...



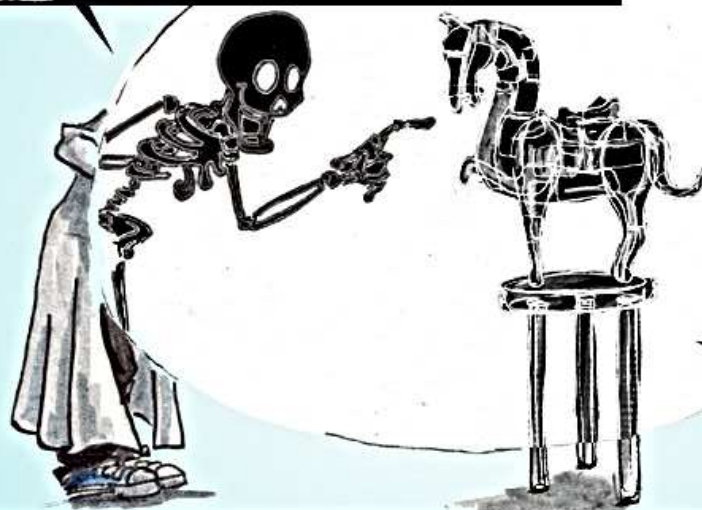
IMAGE EN RADIO X



PRENONS LE CAS DE CE VASE. L'ANALYSE PAR TL DE DEUX ECHANTILLONS A REVELE DEUX ANCIENNETES DIFFERENTES...

LES DEUX ECHANTILLONS ANALYSES EN TL PROVIENNENT DE MATERIAUX DIFFERENTS, CE QUI EXPLIQUE POURQUOI LES RESULTATS OBTENUS NE SONT PAS CONTEMPORAINS ...

DANS LE CAS D'UNE SCULPTURE, LA RADIOGRAPHIE X PERMET DE VOIR COMMENT ELLE A ETE FABRIQUEE ...



... SI ELLE CONTIENT UNE ARMATURE ...

... SI ELLE A ETE RESTAUREE, QUEL EST SON ETAT DE CONSERVATION

DANS CE NOUVEL EXEMPLE, A PREMIERE VUE, L'ENSEMBLE PARAIT HOMOGENE



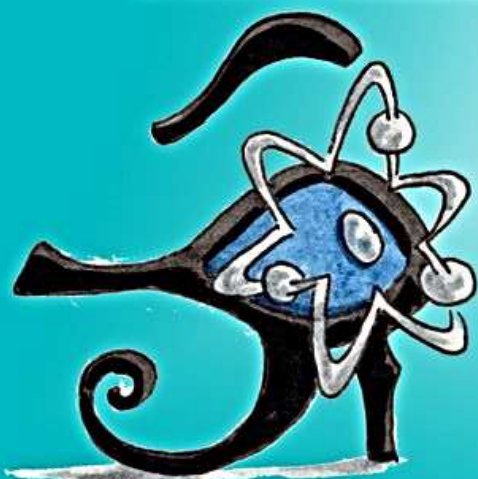
IMAGE NATURELLE

EN RADIO X IL Y A UNE HETEROGENEITE ON DISTINGUE DEUX PARTIES, UNE HOMOGENE ET L'AUTRE APPARAISSANT COMME CONSTITUEE DE FRAGMENTS



IMAGE EN RADIO X

LA RADIOGRAPHIE X EST UNE TECHNIQUE COMPLEMENTAIRE AUX APPROCHES "CLASSIQUES" D'ANALYSE DES OBJETS D'ART ...



L'OBSERVATION DE LA STRUCTURE INTERNE D'UNE OEUVRE PERMET DE MIEUX COMPRENDRE SON MODE DE FABRICATION, DE RELEVET SON ETAT DE CONSERVATION, MAIS AUSSI DE DECELER LES FAUX !



C'EST UNE ŒUVRE SUPERBE, JE SUIS RAVI QUE LE TRAVAIL SCIENTIFIQUE RÉALISÉ AIT CONTRIBUÉ À SON AUTHENTIFICATION...



COMMENT LA SCIENCE PEUT-ELLE CONTRIBUER À L'AUTHENTIFICATION DES TABLEAUX ?



C'EST UNE QUESTION QUI A DE MULTIPLES RÉPONSES ! EN GÉNÉRAL ON RECHERCHE TOUTES LES INFORMATIONS POUVANT LIER L'ŒUVRE À L'ARTISTE OU À L'ÉPOQUE PRÉSUMÉE



POUR COMMENCER NOUS POUVONS DATER LE SUPPORT, S'IL EST D'ORIGINE, PAR CARBONE 14. NOUS POUVONS AINSI DÉFINIR S'IL EST BIEN CONTEMPORAIN DE L'ARTISTE PRÉSUMÉ.



datation C14
du support

blanc de Plomb
 $PbCO_3$

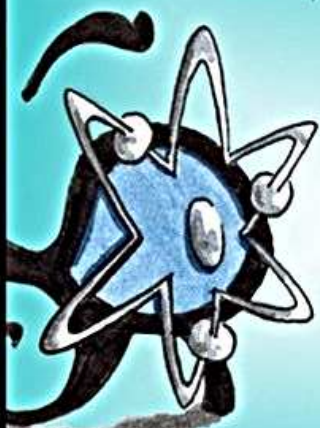
jeune Plomb fin
 $Pb_3(SbO_4)_2$

bleu azurite
 $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$

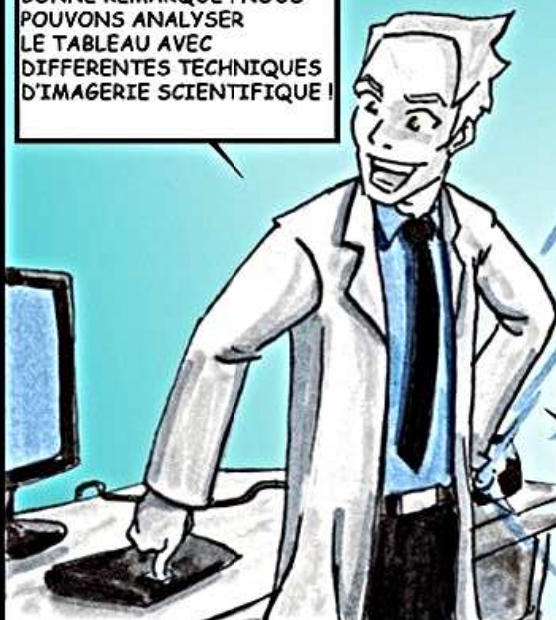


L'ANALYSE DES COMPOSANTS DES PIGMENTS PAR FLUORESCENCE X OU PAR SPECTROMÉTRIE RAMAN PERMET DE RECONSTITUER LA PALETTE ET DE LA COMPARER À CELLE DE L'ARTISTE PRÉSUMÉ. DANS CERTAINS CAS, LES PIGMENTS PEUVENT APPORTER DES INFORMATIONS CHRONOLOGIQUES AUX SPÉCIALISTES

JE VOIS... MAIS SI UN FAUSSEUR UTILISE UNE VIEILLE TOILE ET LA PALETTE DE L'ARTISTE QU'IL COPIE ?



BONNE REMARQUE ! NOUS POUVONS ANALYSER LE TABLEAU AVEC DIFFÉRENTES TECHNIQUES D'IMAGERIE SCIENTIFIQUE !



EN PLUS D'ÉVALUER L'ÉTAT DE CONSERVATION DE L'ŒUVRE DANS SON ENSEMBLE, CETTE APPROCHE PERMET D'ÉtudIER « L'HISTOIRE » DE SA RÉALISATION, LES TECHNIQUES UTILISÉES, ... AUTANT D'INFORMATIONS QUE LES SPÉCIALISTES DE L'ARTISTE SAURONT UTILISER POUR L'AUTHENTIFICATION.

AINSI, SUIVANT LA TECHNIQUE UTILISEE, NOUS AURONS ACCES A DES INFORMATIONS SITUEES PLUS OU MOINS PROFONDEMENT DANS LA STRUCTURE DE L'ŒUVRE.



C'EST UN TRAVAIL LONG, MINUTIEUX ET COMPLET NECESSITANT LA COMPARAISON ENTRE LE RENDU FINAL DE L'ŒUVRE ET LES DIFFERENTES IMAGES SCIENTIFIQUES OBTENUES.

LA LUMIERE BLANCHE APPLIQUEE A LA SURFACE SELON DIFFERENTS ANGLES D'INCIDENCE REVELE LA PALETTE TECHNIQUE DE L'ARTISTE,...



CETTE APPROCHE PERMET AUSSI DE VOIR L'ETAT GENERAL DE LA SURFACE, LES MICRO-RELIEFS ET CRAQUELURES, LES RESEAUX DE FISSURES,...

UN RAYONNEMENT ULTRA-VIOLET REAGIT AVEC CERTAINS COMPOSANTS DE LA SURFACE DE L'ŒUVRE PAR FLUORESCENCE,...



ON MET AINSI EN EVIDENCE LE VERNIS SUPERFICIEL, LES ZONES DE RETOUCHES ET DE RESTAURATIONS, ET ON PEUT DISTINGUER DES PIGMENTS DE MEME COULEUR MAIS DE NATURES DIFFERENTES, SELON LA COULEUR DE LEUR FLUORESCENCE.

UNE CAMERA DETECTANT LES LONGUEURS D'ONDE DU PROCHE INFRAROUGE PERMET D'OBTENIR DES IMAGES DES COUCHES PROFONDES DE L'ŒUVRE ET ON PEUT IDENTIFIER DES REPEINTS. ON A AUSSI ACCES AUX DESSINS PREPARATOIRES, COMME LE MONTRE LA ZONE ANALYSEE DANS LE CADRE ROUGE OÙ L'ON DISTINGUE DEUX FORMES DE MAIN DIFFERENTES AU NIVEAU DU MENTON.

ENFIN, LA RADIOGRAPHIE X, QUE NOUS AVONS DÉJÀ EXPOSÉE, PERMET D'OBTENIR UNE IMAGE DE L'ENSEMBLE « COUCHE PICTURALE + SUPPORT »...

LES DESSINS PREPARATOIRES RÉALISÉS AU GRAPHITE SONT PARTICULIÈREMENT SENSIBLES À CETTE TECHNIQUE. CE N'EST PAS LE CAS DE CEUX RÉALISÉS À LA SANGUINE. ON PEUT AUSSI RETROUVER DES ÉLÉMENTS QUI AURAIENT ÉTÉ EN PARTIE EFFACÉS OU RECOUVERTS ...

TOUJOURS EN LA COMPARANT AVEC LA COMPOSITION VISIBLE À L'ŒIL NU NOUS POUVONS AINSI RÉVÉLER DES ZONES DE RESTAURATIONS, DES MOTIFS SOUS-JACENTS ET D'AUTRES REPEINTS;

C'EST IMPRESSIONNANT TOUTES LES INFORMATIONS QUE LES MÉTHODES SCIENTIFIQUES PERMETTENT D'OBTENIR !



EFFECTIVEMENT ! NOUS POUVONS RÉALISER DES DOSSIERS SCIENTIFIQUES TRÈS COMPLETS QUI SERVENT AUX EXPERTS POUR AUTHENTIFIER LES TABLEAUX ! ET DE NOMBREUSES ŒUVRES CÉLÈBRES SONT TOUJOURS ÉTUDIÉES AFIN D'EN RÉVÉLER LES SECRETS !

COMMENT ETRE SUR QUE MON OBJET EN OR EST BIEN ANCIEN ? POUVONS-NOUS L'ANALYSER DE LA MEME MANIERE QUE LES BRONZES ?

MALHEUREUSEMENT NON, L'OR S'ALTERE TRES PEU ET LES PROCESSUS DE DEGRADATION QUE L'ON PEUT OBSERVER RESTENT TRES SUPERFICIELS.

LA MICROANALYSE (QUAND ELLE EST POSSIBLE, UN OBJET EN OR NE PERMETTANT PAS SOUVENT UN PRELEVEMENT ADEQUATE) EST DONC TRES SOUVENT INSUFFISANTE POUR VALIDER L'ANCIENNETE D'UN OBJET.

LES APPORTS DE CETTE TECHNIQUE VONT ALORS SE CONCENTRER SUR DES INDICES DE METALLURGIE MODERNE OU LA DETECTION DE TRACES D'ACIDES UTILISES POUR SIMULER UN VIEILLISSEMENT DE LA SURFACE...

POUR OBTENIR DES INFORMATIONS SUR L'ANCIENNETE DE L'OR, NOUS ETUDIONS SA COMPOSITION CHIMIQUE, C'EST-A-DIRE LES ELEMENTS MAJEURS, MINEURS ET TRACES QU'IL CONTIENT.

EN PARTICULIER, LA RECHERCHE DES ELEMENTS TRACES (DONT LA CONCENTRATION EST INFÉRIEURE A 0.1%) PERMET DE DETERMINER SI LE METAL PROVIENT DE PROCEDES D'EXTRACTION ANCIENS OU MODERNES.

AFIN DE LES DETECTER, NOUS UTILISONS DES TECHNIQUES AYANT UN SEUIL DE DETECTION PLUS BAS QUE LE MEB-EDX, A SAVOIR LE PIXE OU L'ICP-MS.

LE PIXE CONSISTE A ENVOYER SUR L'OBJET UN FAISCEAU DE PROTONS DONT L'ENERGIE EST SUFFISAMMENT IMPORTANTE POUR PROVOQUER UNE FLUORESCENCE X QUI NOUS RENSEIGNE SUR LES ELEMENTS CHIMIQUES CONTENUS DANS L'OR.

CETTE TECHNIQUE NECESSITE UN ACCELERATEUR DE PARTICULES ! MAIS ELLE EST UTILISABLE SANS AUCUN PRELEVEMENT SUR LES OBJETS D'ART !

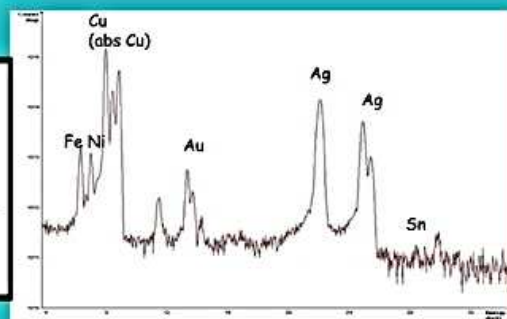
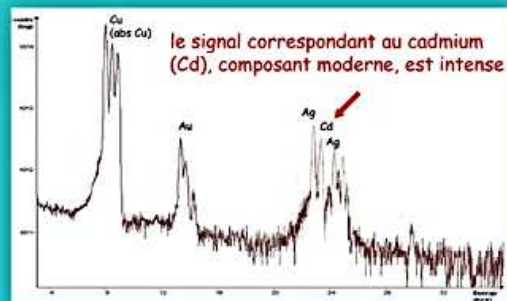
QUANT A L'ICP-MS, ELLE SUPPOSE DE PRELEVER QUELQUES DIZAINES DE MILLIGRAMMES DE MATIERE QUI SONT DISSOUTES PUIS VAPORISEES (TRANSFORMEES EN PLASMA) AVANT D'ETRE ANALYSEES PAR UN SPECTROMETRE DE MASSE.

CETTE METHODE A L'AVANTAGE D'OBTENIR DES RESULTATS PLUS PRECIS QUE PAR LE PIXE, AVEC UN SEUIL DE DETECTION PLUS BAS CE QUI PERMET D'ACCEDER A UN NOMBRE D'ELEMENTS CHIMIQUES PLUS IMPORTANT.

LA COMPOSITION ELEMENTAIRE DE L'OR ETANT CONNUE, NOUS POUVONS SAVOIR SI ELLE EST COMPATIBLE AVEC UNE METALLURGIE ANCIENNE.

DANS CE PREMIER CAS, NOUS TROUVONS PEU D'ELEMENTS TRACES ET NOUS DETECTONS DES INDICES TYPQUES D'UNE EXTRACTION MODERNE. LA COMPOSITION ELEMENTAIRE DE CET OR EST DONC INCOMPATIBLE AVEC UNE METALLURGIE ANCIENNE.

DANS CE SECOND CAS, LE MATERIAU EST MOINS PUR ; IL CONTIENT DES ELEMENTS TRACES (Fe, Ni, Sn), MAIS PAS D'INDICATEURS FORMELS D'UNE EXTRACTION MODERNE. SA COMPOSITION ELEMENTAIRE EST DONC COMPATIBLE AVEC UNE METALLURGIE ANCIENNE.



CETTE METHODE APPORTE DONC DES ELEMENTS DE REPOSE, MAIS ELLE PRESENTE DES LIMITES EVIDENTES... EN PARTICULIER L'ABSENCE D'ELEMENTS MODERNES ET LA RELATIVE PURETE DE L'OR NE GARANTISSENT PAS L'ANCIENNETE DU MATERIAU...

DONC SI JE PRENDS UN OR ANCIEN ET QUE JE LE REFONDS POUR CREER UN FAUX MODERNE, IL N'Y AURAIT PAS DE MOYEN DE LE SAVOIR ?

PAS PAR L'ANALYSE DE LA COMPOSITION ELEMENTAIRE... MAIS IL EXISTE UNE TECHNIQUE QUI PERMET DE CONNAITRE L'ANCIENNETE DE LA DERNIERE FUSION DE L'OR, LA DATATION PAR L'HELIUM !

LA DATATION PAR L'HELIUM ? COMMENT CA MARCHE ?

VOILA COMMENT ÇA FONCTIONNE : L'HELIUM EST GENERE SOUS FORME DE GAZ PAR LES RADIOELEMENTS PRESENTS NATURELLEMENT DANS L'OR (URANIUM ET THORIUM, EN PARTICULIER). PRISONNIER DE L'OR FROID ET SOLIDE, IL S'EVAPORE LORS DE LA FUSION DU METAL. APRES REFROIDISSEMENT, DE NOUVEAUX ATOMES D'HELIUM SE FORMENT ET S'ACCUMULENT DANS LE MATERIAU...

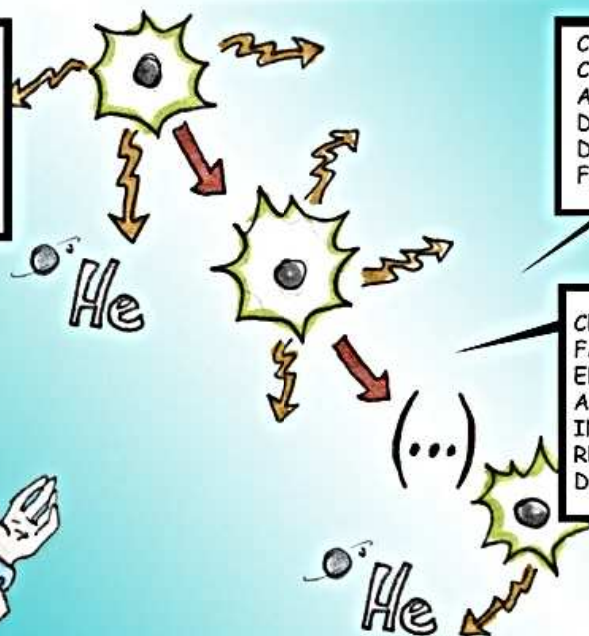
MESURER SA CONCENTRATION, AINSI QUE LA TENUEUR EN ELEMENTS RADIOACTIFS PARENTS, PERMET DE CONNAITRE L'ANCIENNETE DE LA DERNIERE FUSION DU METAL AYANT SERVI A LA FABRICATION DE L'OBJET.

COMMENT ÇA ?

ET BIEN, LES RADIOELEMENTS PRESENTS DANS L'OR SE DESINTEGRENT NATURELLEMENT EN ATOMES EUX-MEMES RADIOACTIFS, QUI SE DESINTEGRENT A LEUR TOUR ... LORS DE CE PROCESSUS EN CHAINE, DES NOYAUX D'HELIUM (He) SONT FORMES.

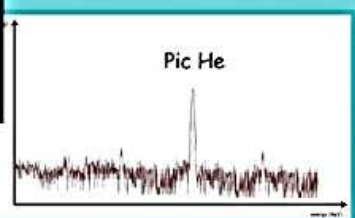
CONNAISSANT TOUS LES MAILLONS DE CETTE CHAINE, ET LES PERIODICITES ASSOCIEES A LA DESINTEGRATION DE CHAQUE ELEMENT, NOUS POUVONS DEDUIRE LA QUANTITE D'ATOME D'He FORMEE PAR ANNEE.

CEPENDANT, L'He EST PRESENT EN TRES FAIBLES QUANTITES DANS UN OBJET EN OR MEME SI SA MISE EN FORME EST ANCIENNE ! CELA IMPLIQUE DE FORTES INCERTITUDES DE MESURE QUI RENDENT PARFOIS LES RESULTATS DIFFICILES A INTERPRETER...



IL N'EN RESTE PAS MOINS QUE L'ON S'ATTENDRA A TROUVER DES CONCENTRATIONS D'He PLUS ELEVees POUR UN OR FONDU ANCIENNEMENT QUE POUR UN OR FONDU RECEMMENT.

EN PRESENCE D'He EN QUANTITE MESURABLE, LA DERNIERE FONTE DE L'OR EST ANCIENNE...

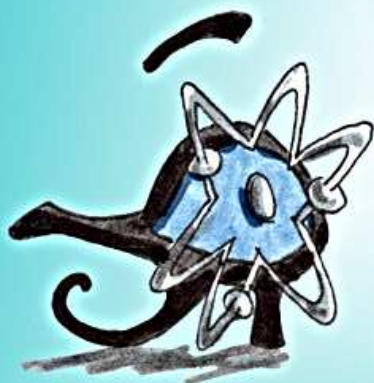


EN L'ABSENCE D'He (NON DETECTABLE), LA DERNIERE FONTE DE L'OR EST MODERNE...



CETTE TECHNIQUE NECESSITE UN PRELEVEMENT DE MATIERE ET DES CONDITIONS DE MESURE TRES SPECIFIQUES, CE QUI REND L'ANALYSE TRES COUTEUSE !

EN PLUS DE LA DIFFICULTE D'INTERPRETER CERTAINS RESULTATS, CES CONTRAINTES EXPLIQUENT POURQUOI CETTE APPROCHE RESTE RESERVEE A DES OBJETS EXCEPTIONNELS !



L'ETUDE DE LA COMPOSITION ELEMENTAIRE DE L'OR PAR PIXE OU ICP-MS RESTE BIEN PLUS COURANTE ET SUFFISANTE DANS LA GRANDE MAJORITE DES CAS.

SI VOUS AVEZ
DES QUESTIONS,
CONTACTEZ NOUS !



+33 (0) 5 56 81 64 42



info@res-artes.com



www.res-artes.com

