

1980 - 3(1)

SOMMAIRE CONTENTS INHOUD

MISCELLANEA

J. David. - De proefneming in de geschiedkunde
L'expérimentation en histoire
Experimentation in History

J.-L. Van Belle. - Note sur l'emploi du charbon dans les fours à chaux au XVIIIème siècle
Nota over het gebruik van steenkool in de kalkovens gedurende de XVIIIe eeuw
Note about the use of coal as fuel for lime-kilns in the 18th century

J. Willems. - Etude de trois ancêtres de la musique électronique
Studie van drie voorlopers van de elektronische muziek
Study of three precursors of electronic music

RECENSIONES

INDEX 1979

MISCELLANEA

Elektrische energie

Tentoonstelling/workshop georganiseerd door het Project Industrieel Erfgoed (provincie Limburg, België), in opdracht van het Provinciaal Comité voor de Viering 150 Jaar België, in samenwerking met de Provinciale Dienst voor het Kunstpatrimonium, het Science Museum te Londen (basistentoonstelling "Electrical Energy") en het Technisch Tentoonstellingscentrum te Delft.

Deze tentoonstelling/workshop zal opgesteld staan :

28 maart tot 16 april : BILZEN (Technisch Instituut St. Jozef),
18 april tot 5 mei : BREE (Gemeentehuis),
8 tot 10 mei : HASSELT (Technisch Instituut H. Hart),
13 tot 31 mei : DIEPENBEEK (Campus Limburgs Universitair Centrum).

DE PROEFNEMING IN DE GESCHIEDKUNDE

Johan DAVID

Résumé

L'EXPERIMENTATION EN HISTOIRE

Pour prouver la fiabilité de ses théories, l'homme de science tentera d'expérimenter. Pour l'historien, cette possibilité est plutôt limitée.

Deux études récentes au sujet de l'agriculture préhistorique sont malgré tout basées sur l'expérimentation.

Abstract

EXPERIMENTATION IN HISTORY

To prove the reliability of his theories, the scientist often has to proceed to experimentation. This is difficulty for the historian.

But recently, two studies were published about prehistoric agriculture. Both were based on experimentation.

Vandaag de dag weet iedereen dat vorsers bijlen van vuursteen naar de prehistorische wijze gehouwen hebben. Wat minder bekend is, is dat dit geen reclametsunt of geen ontspanningsbezigheid voor geleerden is. Zulke pogingen maken deel uit van een ruimere beweging, die het experimenteren in de geschiedkunde tracht in te voeren.

Een van de zwakke punten van de historicus tegenover de andere wetenschapsmens is dat hij geen proeven kan nemen, noch de gebeurtenissen kan laten herhalen. Vandaar het gevaar van onnauwkeurigheid en fout. Sommigen hebben evenwel ingezien dat die toestand niet algemeen is. Men kan weliswaar geen koning doen herleven om hem een tweede maal te laten zegevieren of verliezen, maar wanneer het studieonderwerp de stoffelijke beschaving is, is het vaak mogelijk proeven te nemen. Men kan sikkels van vuursteen namaken en ermee oogsten, men kan een middeleeuwse boot bouwen en ermee varen. Aldus wordt het mogelijk theorieën of geloofwaardigheid te toetsen, sommige verschijnselen te verklaren en zelfs nieuwe gegevens te vinden. Deze methode betekent dus ongetwijfeld een vooruitgang en ze wordt dan ook steeds meer toegepast. Ze is evenwel veeleisend en is geen toevermiddel. Twee onlangs verschenen studies over de prehistorische landbouw, die beide op experimentering berusten, tonen dat duidelijk aan.

Het artikel van P. J. Reynolds, *Slash and Burn Experiment* (*The Archaeological Journal* 134, 1977, 307 -318) beschrijft recente proeven in het kader van het Butser Ancient Farm Research Project in het zuiden van Engeland. Een oppervlakte van 144 m² werd in vier verdeeld (24X6 m) en de begroeiing werd verwijderd. Op twee stroken werd ze ter plaats verbrand. De andere twee dienden als vergelijkingspunt. *Triticum dicoccum* werd gezaaid en geoogst. De bedoeling was de opbrengst te meten en na de proeven de nieuwe begroeiing te bestuderen.

In zijn boek *Draved. An experiment in Stone Age Agricultural burning, sowing and harvesting* (The National Museum of Denmark, 1979, 116 blz., 52 foto's) bespreekt A. Steensberg proeven die in 1953-55 in Zuid-Jutland (Denemarken) genomen werden, en die reeds bekend zijn door andere artikelen (vooral A. Steensberg, *Med bragende flammen, in Kuml* 1955, 65-130, en J. Iversen, *Forest clearance in the Stone Age, in The Scientific American* 194, 1956, 3, 36- 41). Een klein hectaar werd hier in stroken verdeeld, de begroeiing omgehakt en daarna verbrand, behalve op enkele controlestroken. De grond werd met behulp van een houten, elders metalen hak bewerkt, en *Hordeum* (*vulgare en hexasticum*) en *Triticum* (*monococcum, dicoccum en compactum*) met de hand breedwerpig, in met een wroetstok gemaakte plantgaten (dibbelen) en geultjes (rijenteelt) gezaaid. Het dekken van het zaad geschiedde met takken en met een tuiniershark. Om te oogsten gebruikte men hier een stenen mes, daar stenen, bronzen en stalen sikkels, of werden de aren geplukt.

In beide bijdragen wordt de klemtoon gelegd op een probleem dat de landbouwkundigen nog steeds na aan het hart ligt, namelijk de invloed van het branden van de begroeiing op de vruchtbaarheid van de grond. Hieromtrent, evenals over vele andere aspecten van de prehistorische landbouw, vindt men in deze studies een rijke en nauwkeurige documentatie. Daar ze sterk gespecialiseerd is, is het hier de plaats niet om ze te bespreken maar ik zou even willen blijven stilstaan bij de moeilijkheden die bij het toepassen van de proefondervindelijke methode rijzen, en die voor de aandachtige lezer, duidelijk te voorschijn komen.

De belangrijkste fase van de experimentatie is wellicht de voorbereiding ervan. Ze vergt zeker het meest werk. Vooreerst is een lijst nodig niet alleen van al de vragen waarop een antwoord gewenst wordt, maar van al de problemen die daarnaast ook bestudeerd zouden kunnen worden. Zulks kost heel wat moeite maar van de volledigheid van dat document hangt grotendeels de waarde van de proeven af. Het opstellen moet met de hulp van vorsers van verschillende disciplines geschieden omdat het vaak mogelijk is verscheidene onderzoeken te combineren en aldus het belang van de proeven te verruimen, en ... gemakkelijker aan toelagen te geraken.

Vervolgens moet men een maximum gegevens verzamelen, niet enkel over het bestudeerde voorwerp (werktuig, pot, boot, enz.) maar ook over heel zijn technische en fysische context. Het spreekt vanzelf dat elk element, dat niet door bronnen gekend is, maar door de vorsers noodgewongen uitgedacht werd, een hypothese is, en dat de betrouwbaarheid van de resultaten vermindert naarmate deze gissingen talrijker worden. Hier is samenwerking met andere vorsers eveneens noodzakelijk om de gebieden te bestuderen waar de proefnemer niet thuis is (m·b·t. de landbouw, de climatologie, de pedologie of de hydrologie, b·v.).

Weet men waar men naar zoekt en wat daarover reeds gekend is, dan bepaalt men waar en waarmee de proeven genomen zullen worden. De moeilijkheden die hierbij rijzen verschillen sterk naargelang de bedoelde problemen. Daar de omstandigheden waarin en de voorwerpen waarmee geëxperimenteerd wordt, zo gelijk mogelijk moeten zijn met de oorspronkelijke, dit zijn deze van de bestudeerde periode, veroorzaakt dat toch in nagenoeg ieder geval enige zorg.

Wie experimenteren zal, is ook een belangrijke vraag. De historicus of de archeoloog is meestal geen technicus. Hij mist bij gevolg de nodige kennis van zaken om een boom te Vellen of een boot te sturen b.v., en als hij ze niet verwerft, zullen de resultaten van de proeven, weinig betrouwbaar zijn. De moderne ambachtman, boer of zeeman is evenwel ook niet de aangewezen proefnemer omdat hij aan hedendaagse technieken, werktuigen of vervoermiddelen gewend is. De aanpassing aan de oudere zal heel wat tijd, moeite en goede wil vergen.

Tenslotte dienen de plaats waar, de omstandigheden waarin en de voorwerpen waarmee geëxperimenteerd zal worden, nauwkeurig en volledig beschreven te worden. Dit is van uiterst belang om later te kunnen nagaan of één ervan geen bijzonderheid van de uitslagen kan verklaren.

Tijdens het experiment zelf dient de waarneming volledig en nauwkeurig te zijn, en de kleinste afwijking van het vooropgestelde programma aangegeven te worden. Alles moet gemeten, gewogen, gechronometreerd en opgetekend te worden. Cijfers zijn hier uiteraard onmisbaar ; bijvoeglijke naamwoorden zoals groot, hard of normaal zijn totaal ontoereikend. Het gebruik van meettoestellen is vaak nodig. De proeven zullen herhaald worden om de invloed van het toeval zo klein mogelijk te maken of om in verschillende omstandigheden te

kunnen werken ; dat laatste is van bijzonder belang wanneer onderwerpen zoals de landbouw bestudeerd worden, die sterk van de weeromstandigheden afhangen.

De beschrijving van de omstandigheden waarin en van de voorwerpen waarmee de proeven genomen werden, dient met de resultaten gepubliceerd te worden. Dit is niet alleen voor de buitenlandse lezer noodzakelijk, die met de plaatselijke toestand en/of werktuigen niet vertrouwd is. Iedereen moet over die inlichtingen beschikken. Indien de omstandigheden en voorwerpen juist dezelfde zijn als de oorspronkelijke, is het gevaar voor fout niet groot en is de beschrijving van minder nut, maar dat is een louter theoretisch geval. In de praktijk zijn er altijd verschillen en de vorser moet dan ook de nadruk leggen op de leemten in het bronnenmateriaal en op de onvolmaaktheden van de reconstructie in de brede zin van het woord. M.a.w. hij moet de aandacht van de lezer op al de bijzonderheden vestigen, die een resultaat eventueel vervalsd hebben, ook wanneer hij niet onmiddellijk inziet hoe ze een invloed kunnen gehad hebben. Zelf, vaak na maanden of jaren inspanning, de zwakke punten van zijn werk onderstrepen, is niet aangenaam. Het is nochtans enkel zo dat men aan de lezer een bruikbaar document kan verschaffen.

De conclusies tenslotte moeten uitermate voorzichtig zijn.

Rekening dient immers gehouden te worden met al de verschillen tussen de oude en de hedendaagse situatie, zowel die waaraan men gedacht heeft als al de andere, die onopgemerkt bleven. Ook de menselijke factor (kennis, ervaring, handigheid, enz.) moeten in acht genomen worden. Wanneer geëxperimenteerd wordt om de bestemming van een ongekend voorwerp te bepalen, dient de nadruk gelegd te worden op het feit dat de identificatie hypothese blijft, enz.

Dat alles lijkt vanzelfsprekend maar wordt soms verwaarloosd. Meer dan eens b.v. worden vraagstukken in de lijst vergeten en bij gevolg niet bestudeerd of is de beschrijving niet duidelijk genoeg. In de slechtste gevallen zijn de resultaten onbruikbaar of de conclusies onbetrouwbaar.

De experimentele methode is moeilijk maar voor de geschiedkunde onmisbaar. Het is te hopen dat ze meer toegepast zal worden, ook in gebieden die ze tot nog toe schuwen. Voorbeelden zoals de bijdragen van Reynolds en van Steensberg wijzen de weg.

NOTE SUR L'EMPLOI DU CHARBON DANS LES FOURS A CHAUX AU XVIIIème SIECLE

Jean-Louis VAN BELLE

*Licencié en philosophie et lettres (U. C. Louvain)
Secrétaire du Centre de Recherches Glyptographiques*

Samenvatting

NOTA OVER HET GEBRUIK VAN STEENKOOL IN DE KALKOVENS GEDURENDE DE XVIIIe EEUW

Een aanvraag daterend uit 1759, om voortaan steenkool in plaats van hout te mogen gebruiken als brandstof voor de kalkovens.

Abstract

NOTE ABOUT THE USE OF COAL AS FUEL FOR LIME-KILNS IN THE 18th. CENTURY

A request - made in 1759- in order to use coal instead of wood in lime-kilns.

Les progrès techniques sont souvent liés aux intérêts, aux mentalités, voire aux besoins d'un groupe d'individus. Que ces trois facteurs agissent en forces coactives d'innovation, ou en forces de frein. En outre, l'utilisation d'une nouvelle technique ne se fait point partout au même moment, il faut du temps pour qu'une nouveauté apparaisse aux uns et aux autres digne d'utilisation.

A titre d'exemple prenons le cas de ce bourgeois de Saarlouis, aujourd'hui en République Fédérale d'Allemagne, le nommé Jacques Antoine Friscal qui, le 14 avril 1759, adresse aux députés des "trois états du païs, duché de Luxembourg et comté de Chiny" [[Archives générales du Royaume, Conseil des Finances, n° 4651.]] une requête en vue de pouvoir utiliser des fours à chaux fonctionnant au charbon, et non plus au bois comme auparavant.

Nous sommes donc au milieu du XVIIIe siècle. Depuis un siècle au moins, dans la région hennuyère de Feluy-Arquennes, ce type de four était en activité. La foule de détails qu'il fournit dans sa requête citée ci-dessous, indique, semble-t-il, avec suffisance qu'il s'agit là d'une nouveauté pour cette région[[Ce "retard" dans l'emploi de fours à chaux "new-look" pourrait provenir tant de l'abondance du bois de chauffe dans cette région que de l'éloignement des centres charbonniers.]]

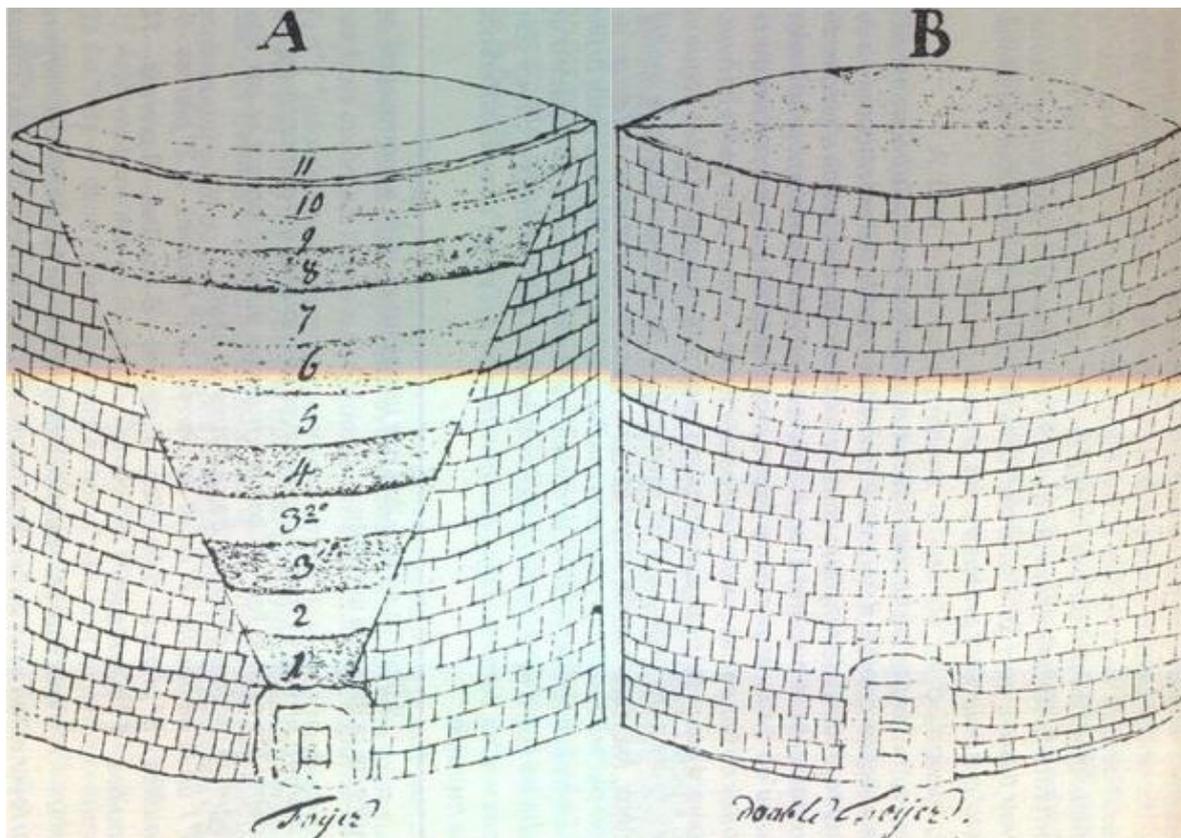
Il écrit: "*Quant a la qualité de la chaux premierement il est incontestable qu'on brule avec la huille de grosses pierres avec plus d'aisance qu'avec le bois et ne sont point sujets a s'ouvrir sitot que les autres brulés avec du bois et par consequent se peuvent transporter plus loin la Flandre et le païs De Liège, ou on ne brule la chaux et les briques qu'avec de la houille.*

Et pour prouver que la chaux brulée avec de la houille, est de meilleure qualité, que celle brulée avec du bois il n'y a qu'a remarquer que ces fours comme la figure sub A le demontre se remplissent depuis le bas du n° 1° jusqu'en haut, premierement avec un lit de houille, ensuite une lit de pierre et ainsi jus qu'au bout et que le feu se communique au second sub n° 3° Celui-ci brulé au troisieme sub n° 4° et ainsi du reste et que par consequent un lit de pierre n'est pas plus cuit que l'autre, desorte qu'au bout de 24 heures, en cas de besoin l'on peut tirer de la chaux, ce qui peut se continuer dans le meme four sans l'éteindre toute L'année, n'étant question que de toujours surcharger l'affaisement occasionné par la chaux que l'on tire du bas, ce qui prouve, que l'on peut donner en tout tems et a toute heure la petite quantité de chaux qu'un particulier pouroit avoir besoin, quoi qu'il aura des fours de toute grandeur pour contenter ceux qui pouroient prétendre des grosses parties.

Et pour preuve que la chaux qui se brule avec du bois n'est pas de si bonne qualité, il n'y a qu'a remarquer que le feu est toujours en sa meme place au bas du four, comme est a voir sub B et que ce n'est que de la chaleur continuelle et a force de bois qu'on y jette, qu'elle peut se bruler jusqu'en haut, et par consequent incontestable que les parties de la chaux du bas par lesquelles doit passer toute L'ardeur pour celles en haut, doivent par cette trop grande cuisson perdre de leur qualité et tel, et que si ces fours sont negligés d'un moment, ils ne donneront que la moitié chaux, les chauffournier etant obligés de veiller nuit et jour, au lieu qu'avec de la houille une fois allumés, ne demandent plus aucun soin, le feu se communiquant comme dit est, par degrés.

Et comme Le Remontrant pour ces fours a etablir a deja entrepris des houilleries et fait grande depense pour la construction desdits fours et que le retardement lui causeroit du dommage, d'autant qu'il est a voir par les deux figures jointes que la construction d'un four pour bruler avec de la houille couste plus, n'etant du vuide dedans qu'en espace d'un pain de sucre et le reste solide, dans le tems que les fours a chaux sont tous vides, comme la figure le montre et qu'il n'y a qu'une circonference de muraille."

Il illustre sa requête par le dessin ci-joint accompagné en outre de la légende suivante:



A. Vue d'un four a chaux a brouler avec des houilles qui demontre les differents lits avec le feu qui se communique insensiblement et par égal degré de chaleur depuis le bas jusque en haut.

N°1 un lit de houille -2 un lit de pierres -3.1 houilles -3.2 pierres -4 houilles - 5 pierres - 6 houilles - 7 pierres - 8 houilles - 9 pierres - 10 houilles - 11 pierres etc

Nota Que ces fours se chargent par en haut et se dechargent au foyer et fait a fait qu'un lit de houille se consomme La charge s'affaise de facon que quand toute la houille est consommée il reste un vuide en haut.

Le four est vu dehors comme la figure sub B hormis qu'il n'y a qu'un foyer.

B. Vue d'un four à chaux à bruler avec du bois, lequel est tout vuide n'étant qu'une circonference de murailles comme la figure le demontre.

Vers le bas de ce four on fait une voute et depuis on le charge et decharge par le haut, n'étant qu'une cuisson qui se fait par la quantité du bois qu'on jette aux deux foyers de sorte que les parties de la chaux du bas par lesquelles doit passer toutes l'ardeur pour celles en haut doivent par cette trop grande cuisson perdre de leurs qualités et Sel.

ETUDE DE TROIS ANCETRES DE LA MUSIQUE ELECTRONIQUE

Jan WILLEMS

Docteur en sciences (U. L. Bruxelles)

Samenvatting

STUDIE VAN DRIE VOORLOPERS VAN DE ELECTRONISCHE MUZIEK

In dit artikel worden drie elektronische muziekinstrumenten - Trautonium, Ondes Martenot en Thermenvox - bestudeerd. Deze voorlopers bevinden zich in het Muziekinstrumentenmuseum Brussel. De werking van de drie structurele delen - oscillator, filter en weergalmer - worden voor ieder instrument ontleed en toont het essentiële verschil aan tussen Trautonium (relaxatieoscillator) en Ondes Martenot en Thermenvox (zwevingsoscillator).

Abstract

STUDY OF THREE PRECURSORS OF ELECTRONIC MUSIC

This paper presents three electronic music instruments: Trautonium, Ondes Martenot and Thermenvox. These precursors are in the Instrumental Museum of Brussels. The working of the three structural parts-oscillator, filter and diffusor - are analysed for each instrument and shows the essential difference between Trautonium (relaxation oscillator) and Ondes Martenot and Thermenvox (beating oscillator).

INTRODUCTION

Il y a quelques temps, j'ai eu l'occasion d'étudier la structure de trois instruments de musique électroniques dont l'invention remonte aux années 1920. L'électronique, peu développée encore à cette époque, a pourtant eu suffisamment d'attrait pour que quelques ingénieurs précurseurs l'utilisent et conçoivent des instruments tels le *Trautonium*, le *Thermenvox* et les *Ondes Martenot*. Toutefois, ces instruments sont mélodiques et ne jouent qu'un seul son à la fois. Ils ont marqué leur époque dans leur pays d'origine: l'Allemagne, l'U.R.S.S. et la France. Ils ont, en effet, été rapidement adoptés par les milieux musicaux "avant-gardistes", compositeurs et interprètes collaborant volontiers pour présenter ces nouvelles créations au public. Genzmer, élève de Hindemith, a écrit des œuvres pour le Trautonium, Jolivet et Messiaen pour les Ondes Martenot. Thermen, qui a joué pour Lénine, a participé à des concerts avec Stokowski, Heifetz, Menuhin (Anfilov 1969).

Les instruments électroniques sont restés longtemps élémentaires. Ce n'est qu'à partir des années 1970 que, grâce à l'intégration systématique des semi-conducteurs et à l'utilisation des commandes contrôlées par tension, certaines firmes ont commercialisé des "synthétiseurs" dont l'un des premiers exemplaires a été construit par Bob Moog. Citons aussi le développement des circuits digitaux qui a permis la synthèse de sons par ordinateur en temps réel (I.R.C.A.M.: Institut de Recherche Coordonnée Acoustique et Musique, Centre Pompidou, Paris).

PRINCIPES GENERAUX

L'*intensité subjective* du son est liée à l'énergie du signal, proportionnelle au carré de son amplitude.

L'oscillateur est un système dynamique interactif quasi stationnaire qui, après un intervalle de temps nommé "période", recommence le même cycle si les conditions extérieures régissant son fonctionnement n'ont pas changé. La fréquence est le nombre de ces cycles parcourus en une seconde et est liée à la *hauteur subjective* du son. Les conditions extérieures changent sans cesse pendant l'exécution d'une phrase musicale, car l'interprète module le son afin de lui donner de la «vie».

Tout signal périodique (pris au sens le plus large, c'est-à-dire "périodique" pendant un intervalle de temps suffisamment long) peut être développé dans le domaine de fréquence en une série trigonométrique appelée série de Fourier (Willems, 1976). Un son de violon ou de clarinette, par exemple, peut être décomposé en une superposition d'"harmoniques" ou de "partiels"[[Le terme "harmonique" est généralement utilisé dans un sens impropre. En réalité, un son est composé d'harmoniques si le rapport des fréquences de deux harmoniques sont égales au rapport de deux entiers naturels. Dans les autres cas, on parle de "partiels" (Benade, 1976).]]
qu'on appelle "contenu spectral". Le contenu spectral est lié au *timbre subjectif* du son.

Rappelons qu'il existe une relation non linéaire, non univoque et impossible à établir entre notre *espace d'observation auditif subjectif* et l'*espace physique énergie-temps-fréquence*. Le musicien décrit généralement le son perçu en termes de hauteur, timbre et intensité. Cette description est subjective et approximative, par conséquent incomplète. C'est pourquoi les musiciens tendent à remédier à cette carence en utilisant des adjectifs complémentaires pour mieux qualifier le son: on parle d'un son dur, doux, moelleux, etc. Cette approche n'est, bien entendu, pas scientifique, mais cette perception correspond généralement à une réalité physique (Bariaux, 1976; Roederer, 1973; Willems, 1976).

L'instrument mélodique est structurellement composé de trois parties principales: un *oscillateur*, qui fournit de l'énergie à un *filtre*, qui à son tour le transfère vers un *diffuseur* (fig. 1). Décrivons d'abord comment un instrument de musique non électronique - que j'appellerai instrument classique - produit un son. Je montrerai ensuite la structure de base des instruments de musique électroniques déjà cités.

L'oscillateur d'un instrument classique est mécanique (cordes vibrantes, anches ...). Il produit une énergie de vibration dont le contenu spectral dépend de sa nature et des conditions de fonctionnement imposées par l'interprète. L'oscillateur est couplé à un résonateur qui fait office de filtre (caisse de résonance, table d'harmonie, colonne d'air) et qui transfère l'énergie vers un diffuseur. Ce transfert répond à des lois précises (caractéristiques de transfert) et s'accompagne de modifications profondes du contenu spectral transféré, modification d'autant plus accentuée que l'interaction entre oscillateur et résonateur est généralement forte (Benade, 1976, 1977; Bariaux, 1976). Le diffuseur est couplé au résonateur et, généralement, en fait partie (caisse de résonance, table d'harmonie, pavillon, colonne d'air). Il diffuse une portion minimale de l'énergie de fonctionnement interne vers le milieu ambiant.

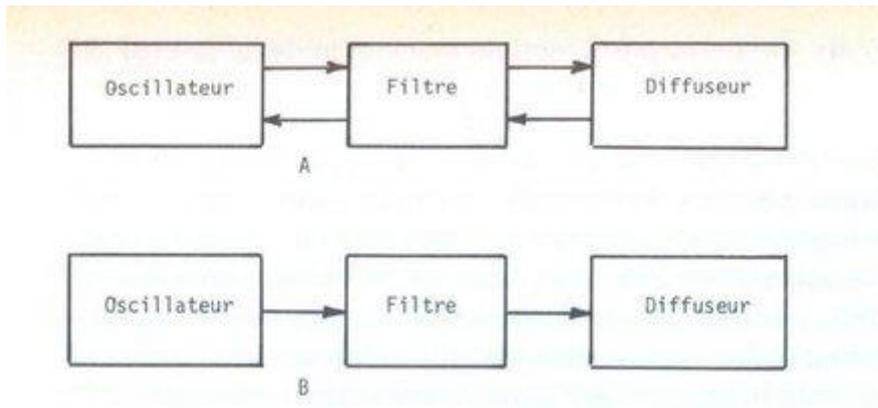


Figure 1 *Instrument classique (A) et instrument électronique (B)*

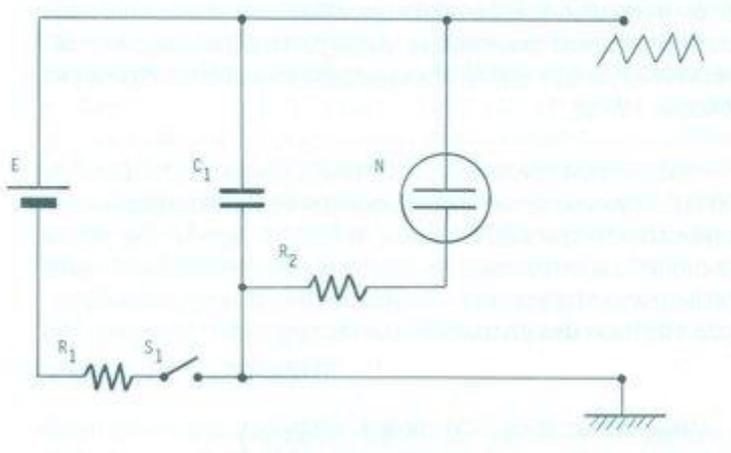


Figure 2 *Principe de fonctionnement de l'oscillateur du trautionium*

On voit donc que l'instrument classique se compose de trois parties structurelles fortement couplées, interagissantes et formant un tout homogène. De cette interaction provient la difficulté d'harmoniser l'instrument (mise au point acoustique) car toute intervention localisée pour corriger un défaut de sonorité tend à se répercuter immédiatement sur le fonctionnement global (Bariaux, 1976, 1978).

L'instrument électronique répond au même schéma structurel. Il est donc composé des trois mêmes parties: *oscillateur, filtre et diffuseur*. En agissant sur l'oscillateur, on change la fréquence du son produit, le filtre change le contenu spectral de l'énergie qu'il transmet au diffuseur qui à son tour transforme les variations de tension électrique en variations de pression acoustique. Chaque partie est découplée des autres pour éviter des interactions causes d'instabilité indésirable.

La différence essentielle, à mon sens, entre instrument classique et électronique réside dans le couplage des trois parties (oscillateur, filtre, diffuseur) de l'instrument classique et le découplage de ces trois parties pour l'instrument électronique. L'approche de la musique et la philosophie de jeu de ces deux catégories d'instruments ne peuvent donc être qu'essentiellement différentes.

LE TRAUTONIUM

1. - Introduction

Le Trautonium a été inventé par le Dr Friedrich Trautwein dans le but d'imiter les voyelles de la voix humaine. Cet appareil a principalement été utilisé comme instrument de musique (Trautwein, 1932; Winckel, 1957) et a été développé par Oscar Sala après la seconde guerre mondiale (Mixturtrautonium, Subharmonische Synthese; Sala, 1949, 1950, 1953). Signalons que le compositeur Karlheinz Stockhausen l'a beaucoup utilisé à ses débuts [[Information que M. Stockhausen m'a fournie personnellement pendant la visite qu'il a effectuée au Musée Instrumental de Bruxelles en mars 1977.]]

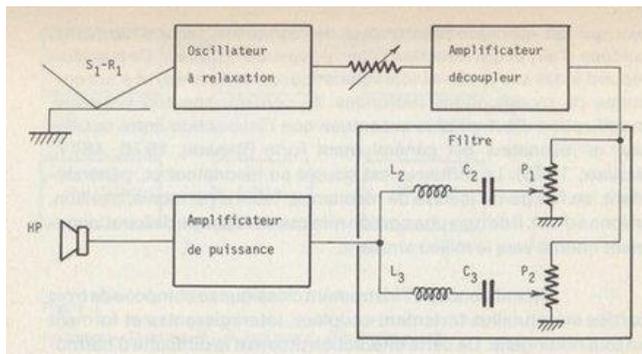


Figure 3 Schéma de principe du trautonium

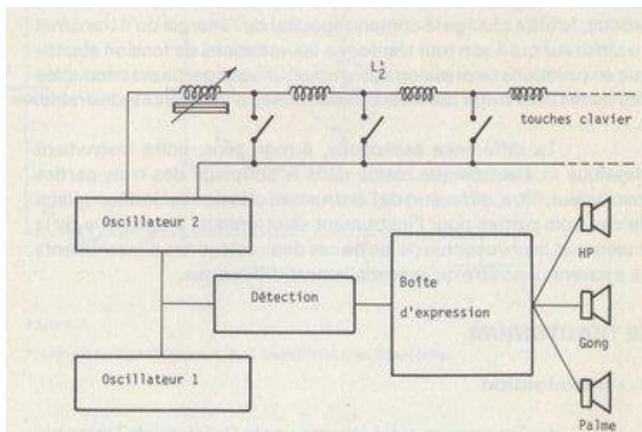


Figure 4 Schéma de principe des Ondes Martenot

L'instrument que j'ai pu examiner se trouve au Musée Instrumental de Bruxelles et a été construit en 1934 par Telefunken (n° de série 349), protégé par les brevets de Helberger, Lertes et Trautwein. Nous examinerons d'abord le principe de fonctionnement de l'oscillateur, puis du filtre et enfin du diffuseur.

2. - L'oscillateur

L'instrument se présente sous la forme d'un boîtier en acajou plaqué dont l'ouverture révèle la présence d'une série de boutons de réglage, ainsi qu'un fil résistif (comme ceux utilisés dans les potentiomètres) (Dorf, 1960) tendu au dessus d'une plaque métallique portant des repères de distance. En abaissant le fil (représenté par la résistance R1 dans la fig. 2) de manière à ce qu'il touche la plaque métallique, on ferme l'interrupteur S1 (fig. 2) et lorsqu'on déplace le

doigt, on change la longueur utile, donc la valeur de la résistance R1. Ce changement de valeur modifie la constante de temps R1 - C1 et, en même temps, la fréquence de l'oscillateur:

Constante de temps $\tau = RC$;

Fréquence $\nu = 1 / (2\pi\tau)$.

Dès que le doigt, en abaissant le fil résistif, ferme le contact S1, le générateur de tension E charge le condensateur C1. Lorsque la tension à ses bornes dépasse la tension d'allumage du tube au néon N, ce dernier est traversé par un courant dû à l'ionisation du gaz enfermé dans N. Ce courant décharge le condensateur jusqu'à ce que la tension aux bornes du condensateur soit inférieure à la tension d'extinction du tube N, arrêtant ainsi le courant de décharge. Le condensateur se recharge de nouveau et le cycle recommence tant que le contact S1 est fermé. On obtient ainsi une tension périodique en dents de scie aux bornes de N. Ce type d'oscillateur, dont l'élément principal est un tube à décharge - néon ou thyatron - à commande capacitive, est dit "à relaxation" et est un équivalent électronique de l'oscillateur d'un instrument à anche, à vent ou de la glotte de la voix humaine. L'amplitude de la tension fournie par l'oscillateur est réglable par la pression qu'exerce le doigt sur la plaque métallique. En dessous de celle-ci se trouve une résistance dont la valeur baisse lorsque la contrainte mécanique augmente. Un étage d'amplification à triode transfère la tension fournie par l'oscillateur à un filtre passif (qui ne comprend que des selfs, condensateurs et résistances) et découple ainsi ces deux parties de l'instrument. C'est donc la *position du doigt* sur le fil résistif qui: 1° fait fonctionner ou arrête l'oscillateur à relaxation, 2° en détermine la fréquence. *La pression du doigt* commande l'amplitude du signal électrique.

3. - Le filtre

Le filtre est composé de deux circuits LC (self-condensateur) - L2, C2 et L3, C3 de la figure 3 - connectés en parallèle. Les condensateurs C2 et C3 sont variables et par conséquent les fréquences de résonance des deux filtres LC peuvent être modifiées : fréquence de résonance $\nu_0 = 1 / (2\pi\sqrt{LC})$. L'efficacité de chaque filtre peut être réglée par les potentiomètres P1 et P2. La valeur des paramètres C2, C3, P1 et P2 sont réglables par des boutons situés sur le panneau avant du boîtier.

En ce qui concerne l'imitation des voyelles du langage parlé, l'on considère généralement qu'il faut des «formants» indépendants (Oppenheim & Shafer, 1975) , généralement on en utilise quatre (Benade, 1976). Le trauttonium ne contenant que deux circuits formantiques qui furent baptisés « formantkreise », la synthèse de voyelles reste fort approximative. Remarquons que les deux circuits de résonance peuvent être considérés comme l'équivalent électronique des fomants de la voix humaine.

4. – Le diffuseur

Le diffuseur, indépendant du filtre, consiste en un amplificateur de puissance nécessaire au fonctionnement d'un haut-parleur. Comme son emploi est généralisé de nos jours (Hi-Fi, radios...) toute description particulière est superflue.

5. - Conclusion

Le Trautonium est donc composé de trois parties indépendantes: oscillateur, filtre et diffuseur. La mise en route, l'arrêt, l'amplitude et la fréquence de l'oscillateur à relaxation dépendent de la pression et de la position du doigt sur un fil résistif qui est connecté dans le circuit de charge du condensateur. Les caractéristiques des deux filtres formantiques sont réglables à partir de la face avant de l'instrument. La tension filtrée est amplifiée et diffusée par haut-parleur. La synthèse des voyelles de la voix humaine reste approximative, car seuls deux des quatre formants principaux sont prévus.

Bien qu'un grand nombre de réglages soit prévu, la palette sonore reste néanmoins assez pauvre. Comparé aux instruments électroniques actuels, le Trautonium n'offre plus guère qu'un intérêt historique.

LES ONDES MARTENOT ET LE THERMENVOX

1. - Introduction

Maurice Martenot est né à Paris en 1898. Pendant la première guerre mondiale, il a remarqué qu'en utilisant les sifflements produits par un poste de TSF, il était possible d'obtenir de jolis effets musicaux. Devenu ingénieur, il a utilisé ce principe pour concevoir un instrument appelé "Ondes Martenot". Cet instrument est mélodique et est doté d'un clavier expressif de 7 octaves. Un clavier est appelé expressif si on peut modifier les caractéristiques du son émis à partir des touches du clavier. Les Ondes Martenot ont été présentées au public en 1928 lors d'un concert à l'Opéra de Paris et, en 1950, à l'Académie des Sciences par le célèbre physicien Leprince-Ringuet (Leipp & Martenot, 1970). L'instrument est toujours en production et une classe d'Ondes Martenot a été créée au Conservatoire de Paris.

2. - L'oscillateur

L'oscillateur des Ondes Martenot est formé de deux oscillateurs à triode haute fréquence. La superposition des deux signaux produits provoque des battements. Ce sont ces battements qui forment un train d'ondes périodiques, qui seront ensuite filtrées et diffusées.

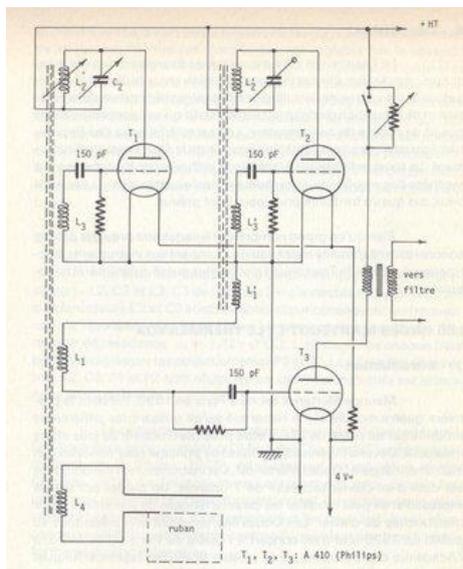


Figure 5 Le circuit des Ondes Martenot

scillateurs est à fréquence fixe, l'autre à fréquence variable dont la commande s'effectue à partir du clavier ou à partir du "ruban". Chaque touche du clavier commande un interrupteur qui est connecté à une prise intermédiaire sur le bobinage L2 (voir fig. 4) permettant ainsi la modification de la constante de temps $\tau = \sqrt{L2C2}$. Lorsque la touche est abaissée, elle repose sur une tige mobile guidée par deux biellettes. Cette tige est solidaire d'un noyau de fer plongé dans une bobine connectée dans le circuit de l'oscillateur à fréquence variable (fig. 4). On peut ainsi réaliser un vibrato manuel. En modifiant la pression du doigt, l'interprète fait varier la fréquence du son émis. Le clavier est donc rendu expressif. Le ruban est un conducteur électrique mis au bout d'un fil isolant qui, se déplaçant devant une armature métallique, modifie la capacité d'un circuit L-C. Grâce à ce procédé on peut réaliser des glissandi.

3. - Le filtre

Les caractéristiques du filtre sont commandées à partir de la "boîte d'expression". La modification de l'amplitude du son se fait en agissant sur une résistance dont la valeur dépend de la contrainte mécanique appliquée par la main gauche. Des boutons poussoirs permettent d'interchanger les filtres passe-bas R-C passifs qui ont pour but d'éliminer les aiguës.

4. - Les diffuseurs

Les diffuseurs sont au nombre de trois: un haut-parleur classique, un "gong" et une "palme". Le gong est une plaque métallique recourbée suspendue qui est reliée mécaniquement à un excitateur électromagnétique comme ceux que l'on trouve sur les haut-parleurs. Le troisième diffuseur, la palme, est formé d'un boîtier sur lequel on a apposé une table d'harmonie. Douze cordes sont tendues au-dessus de la table et sont accordées selon les douze demi-tons de la gamme tempérée. Un des chevalets est apposé sur un excitateur électromagnétique. Les cordes se mettent donc à vibrer en oscillations forcées grâce à l'énergie qui leur est fournie. La palme et le gong sont deux diffuseurs réverbérants qui suppriment la sécheresse du son inhérente à la plupart des instruments de musique électroniques.

5. - Conclusion

L'oscillateur des Ondes Martenot est un oscillateur à battements. Le jeu mélodique peut être commandé soit à partir d'un clavier expressif permettant un vibrato manuel, soit à partir du ruban indispensable aux glissandi. L'interprète peut modifier l'amplitude du son à partir de la boîte d'expression qui contient aussi la commande des filtres passe-bas. Deux diffuseurs réverbérants, le gong et la palme, sont adjoints à un haut-parleur du type classique.

L'instrument que j'ai pu examiner est vraisemblablement un prototype datant d'avant 1930, date après laquelle on a généralement abandonné l'utilisation de triodes à chauffage direct qui sont les seules employées ici. Les Ondes Martenot que j'ai pu étudier étaient complètement mutilées: la palme manque, le ruban avait été enlevé, le clavier rendu inexpressif. Pour pallier à la monotonie du son émis, on avait introduit un circuit de vibration mécanique ... Les Ondes Martenot étaient donc devenues un vulgaire petit orgue électronique mélodique.

Un premier pas dans la restauration de l'instrument a été la remise en état du clavier dans son état original (le système était heureusement relativement complet), ainsi que la suppression du vibrato dont la présence n'a plus aucun sens maintenant. Afin de disposer des données requises pour reconstruire les éléments manquants, je me suis adressé à l'atelier de M. Martenot et l'on m'a affirmé que "vu leur encombrement et leur inutilité, les archives n'avaient pas été gardées ..." (sic).

6. - Le Thermenvox

Des trois instruments étudiés, le Thermenvox est certainement le plus primitif. Il ressemble fort à un poste de TSF et fonctionne comme les Ondes Martenot, avec des battements obtenus à partir de deux oscillateurs haute fréquence (Winkelman, 1932). La fréquence d'un des deux oscillateurs peut être modifiée en approchant ou éloignant la main d'une antenne, la capacité parasite du circuit oscillant étant ainsi changée. Cet instrument offre peu d'attrait en dehors de son intérêt historique.

CONCLUSIONS

L'homme a toujours essayé d'appliquer l'évolution technologique aux arts et à la facture instrumentale en particulier. Il est dès lors logique que les premiers balbutiements de l'électronique aient immédiatement profité à cette branche. Parmi les premiers instruments électroniques construits, il y a le Trautonium, les Ondes Martenot et le Thermenvox, dont les trois parties (oscillateur, filtre et diffuseur) sont découplées, contrairement à ce qui se passe pour les instruments classiques. Le Trautonium a été conçu pour imiter la voix humaine. Il est construit autour d'un oscillateur à relaxation; le filtre étant un circuit formantique mais, néanmoins, sa vocation fut la musique. Le Thermenvox et les Ondes Martenot utilisent les oscillations à battements. Le premier a peu dépassé le stade des sifflements du poste de TSF à surréaction en vogue à l'époque. Le second allie clavier expressif, ruban et boîte d'expression qui permettent à l'interprète de réaliser les plus fines modulations du son. Trois diffuseurs (haut-parleur, gong et palme) pallient à la sécheresse du son due à la mauvaise qualité des diffuseurs d'antan.

Il faudra attendre les ordinateurs et les synthétiseurs très répandus actuellement, pour révolutionner la facture instrumentale électronique. Grâce au progrès de l'électronique, les instruments modernes sont beaucoup plus complexes et ont finalement peu de chose en commun avec les précurseurs étudiés ici.

On a souvent essayé de remplacer les instruments classiques par des équivalents électroniques. De telles erreurs peuvent être évitées car chaque type d'instrument a son rôle et sa fonction pour l'interprétation de la musique dans un cadre et un style qui lui sont propres.

Références

G. Anfilov, 1969. - *Physique et Musique*. Mir, Moscou.

D. Bariaux, 1976. - Conférence tenue à l'Assemblée Générale de l'Association des Acousticiens belges (ABAV), à l'Université Libre de Bruxelles le 1976.06.02.

D. Bariaux, 1978. - *Facture instrumentale. Science ou Art ?* Communication personnelle.

A. Benade, 1976. - *Fundamentals of Musical Acoustics*. Oxford University Press (U. S. A.) p. 63, pp. 393-394, pp. 373-374.

A. Benade, 1977. - *Current Understanding of Wind Instruments. As They Play and as We Hear Them*. Second Workshop on Physical and Neurophysiological Foundations of Music, Ossiach, Autriche, 18-22 juillet.

R. Dort. 1960. - *Electronic Musical Instruments*. Radiofile, New York. pp. 258- 260.

E. Leipp et M. Martenot, 1970. - Les Ondes Martenot. *Bulletin du Groupe d'Acoustique Musicale* (Paris) 60: 1 sqq.

A. Oppenheim et R. Shafer, 1975. - *Digital Signal Processing*. Prentice Hall, New Jersey. p. 514.

H. Raven, 1930. - The Martenot Instrument. *Wireless World*, 16 juillet : pp. 58 sqq.

J.G. Roederer, 1973. - *Introduction to Physics and Psychophysics of Music*. Springer Verlag New York. p. 3.

O. Sala, 1948, 1949. - Experimentelle und Theoretische Grundlagen des Trautoniums. *Frequency*, pp. 315-322, pp. 13-14.

O. Sala, 1950. - Das Mixturtrautonium. *Melos* 17: 247-256.

O. Sala, 1953. - Das Neue Mixturtrautonium. *Musikleben* VII: 346-348.

F. Trautwein, 1932. - *Ein neues elektrisches Sprechgerät zur Nachbildung der Vokale*. Ab. Preusz. Akad. der Wissenschaften Phys. u Math. Klasse n° 2.

J. Willems, 1976. - *Analyse et synthèse de sons par ordinateur*. Thèse de Doctorat, Université Libre de Bruxelles. pp. 1-2.

F. Winckel, 1957. - Trautwein. *Musica* XI: 93.

J. Winckelman, 1932. - *Das Theremin Musikgerät*. Deutsche Radio Bücherei n° 46, pp. 1 sqq. Deutsch-Literarisches Institut J. Schneider, Berlin.

Brevets déposés après l'invention des instruments :

Trautonium : U.S. (1936) 2 039 201

Martenot : U.S. (1931) 1 824 402.

U. S. (1952) 2 581 680.

U.S. (1932) 1 853 630.

RECENSIONES

Maurice DAUMAS, *sous la direction de* (1978-1979).

Histoire générale des techniques, tome IV : Les techniques de la civilisation industrielle. Energie et matériaux. Presses Universitaires de France, Paris, 1978, XXVIII + 754 p., ill. (relié sous jaquette, 220 FF).

Histoire générale des techniques, tome V: Les techniques de la civilisation industrielle. Transformation, communication, facteur humain. Presses Universitaires de France, Paris, 1979, XI + 599 p., ill. (relié sous jaquette, 195 FF).

1978 et 1979 furent de bonnes années pour l'histoire des techniques, du point de vue, du moins, du lecteur de langue française. Parution dans l'Encyclopédie de la Pléiade, du très beau volume consacré à l'Histoire des techniques. Et parution des deux volumes que nous

présentons, qui achèvent la monumentale *Histoire générale des techniques*, dont le premier volume datait de 1962.

Comme les trois volumes précédents, les derniers parus sont de qualité matérielle excellente, et c'est à noter qu'un ouvrage livré au public en cinq tomes, de 1962 à 1979, ait pu conserver une telle homogénéité de présentation. Un index des noms, un index des matières et une table des figures rendent la consultation aisée. Les illustrations, abondantes, sont soignées. La bibliographie est peut-être un peu chétive, mais on retrouve l'essentiel.

Ce qui est peut-être le plus caractéristique de ces deux volumes par rapport aux trois premiers, c'est qu'il ne s'agit plus toujours exactement d'histoire. D'abord, la période traitée est courte (une centaine d'années, de la fin du XIX^{ème} siècle à nos jours), et le manque de recul est gênant, comme le savent les contemporanistes. Mais, surtout, les techniques dont il faut faire l'histoire deviennent tellement complexes que de longues explications sont indispensables, et l'exposé historique ne se distingue plus de la présentation explicative des diverses technologies qui se succèdent. Ainsi, le chapitre consacré à l'énergie nucléaire est exemplaire. Traité d'ailleurs avec beaucoup de rigueur, le sujet est présenté comme il le serait dans n'importe quel bon ouvrage de vulgarisation un peu poussée, et nullement comme un chapitre d'une *histoire des techniques*. L'auteur, entraîné semble-t-il par la nécessité d'expliquer de nombreuses notions difficiles, a en quelque sorte oublié de faire l'histoire de son sujet. Il ya bien quelques dates, mais l'histoire de la conquête de l'atome n'est, en fait, pas racontée.

Il y a aussi, autre problème connu des contemporanistes, l'abondance de la documentation, dans laquelle on s'enlise. Ce qui fait que le sens véritablement historique des problèmes est parfois un peu perdu de vue dans ces deux volumes, cependant remarquables à tous autres égards.

J.C. Baudet

L'industrie de la pierre en Belgique de l'ancien régime à nos jours. Colloque du 20 novembre 1976. Etudes et documents du Cercle royal d'histoire et d'archéologie d'Ath et de la région 1. Ath, 1979, 250 p., ill.

Après des textes introductifs de M. Bruwier et de J. Dugnoille, ce volume indispensable aux spécialistes de l'archéologie industrielle de Belgique rassemble les contributions au Colloque de 1976 (qui eut lieu à Maffle) de C. Dujardin, J.-L. Van Belle, J. Germain, J.P. Ducastelle, R. Van den Haute, A. Delcourt, L. Baguet, C. Paulet-Penninck, G. Bavay, C. Dewulf-Wittouck et P.E. Dapsens. C'est dire que l'histoire belge de l'industrie des matériaux pierreux est véritablement cernée par des approches diversifiées et complémentaires. L'archéologie industrielle se voit en effet secondée par d'autres disciplines: histoire, bien sûr, mais également onomastique et dialectologie. Il en résulte que l'on dispose ainsi de textes récents, toujours fouillés, abondamment documentés, sur l'histoire des carrières wallonnes (surtout du Hainaut et du Brabant), complétant heureusement le livre de J.-L. Van Belle (voir compte rendu in Techn. Brux. 1 (2): 59).

Cet ouvrage est disponible (450 FB) au Cercle royal d'histoire et d'archéologie d'Ath, chez Mr M. Fouquet, rue du Chapelain 34, 7800 Ath (Belgique), compte n° 063-0184002-28.

J.C. Baudet

INDEX: 1979

R désigne un compte rendu - R duidt een recensie aan.

- Abeels, G., Charles Buls, précurseur bruxellois de la conservation des sites urbains, 95
Arnold, H. J. P., William Henry Fox Talbot, pioneer of photography and man of science, 28(R)
Baudet, J. C., Note sur le statut épistémologique de l'archéologie industrielle, 9
Baudet, J. C., Pour une histoire de la formation des ingénieurs à Bruxelles, 71
Berman, M., Social change and scientific organization : the Royal Institution 1799-1844, 27(R)
Bracegirdle, B., A history of microtechnique, 103(R)
Brunello, P., Résumé d'une histoire de la distribution d'eau à Bruxelles, 51
Dagant, A., La transmission du patrimoine archéologique industriel en Belgique, 35
Dainville, F. de, L'éducation des jésuites (XVIe - XVIIIe siècles), 41 (R)
Frazier, A. H., United States standards of weights and measures. Their creation and creators, 106(R)
Gaier, C., Le musée FN d'archéologie industrielle, 19
Goovaerts, A., La collection d'instruments de topographie du Ministère des Travaux publics, 111
Goovaerts, A., De verzameling topografische meetinstrumenten van het Ministerie van Openbare Werken, 111
Kaefer, W., Le projet de musée national du papier à Malmédy, 3
Knops, W., Het ontstaan van het rijtuigenmuseum te Brussel, 63
Manier, E., The young Darwin and his cultural circle, 43(R)
Opsomer, J. E., Histoire des plantes de Rembert Dodoens, 40(R)
Tekniska Museet, Technology and its impact on society, 105(R)
van den Akker, K., Duizend jaar vervoer te Brussel, 89
Van Noten, F., Les chasseurs de Meer, 25(R)
Zahlan, A. B., Technology transfer and change in the Arab world, 104(R)