



MINERALELE ȘI STICLA FACTICE

Topirea rocilor; Starea lichidă și memoria termică; Dezordinea structurală;
Însușiri generale ale sticlei; Proprietăți „spagirice” și „filosofice”; Proprietăți optice;
Domeniul opticii și sticlăria; Sticla între „medii diafane”; Mecanisme ale transformărilor optice;
Sticla „optică”; Optica modernă și artele vizuale.

Știința mineralelor este o știință a naturii ocupându-se de substanțele anorganice, neartificiale ale acestora, astfel că mineralogii, în rigoarea respectării domeniului de definiție al segmentului lor aplicativ, ezită să accepte printre minerale sticla fabricată de om (după cum „gemologia”, datorită valorii imaginare a pietrelor „prețioase”, nu este inclusă, alături de petrografie sau cristalografie, între limitele domeniului lor de studiu).

În **Introducerea Cursului de Fizică Modernă** ținut la “*California Institute of Tehnology*”(1963), dorind a evidenția complexitatea interdependențelor din natură, **Richard P. Feynman** (*Professor of Theoretical Physics*) începe prin a comenta o metaforă a unui poet ce aseamua “întregul univers” unui “pahar de vin”:

“...poezii nu scriu pentru a fi înțeleși. Dar e adevărat că dacă privim la un pahar de vin vom vedea întregul univers. Există acolo obiecte de fizică: lichidul care se răsucesc și evaporă în funcție de vânt și vreme, reflexiile de pe sticlă, iar imaginația noastră adaugă atomii.

Sticla este o distilare a rocilor pământului și în compoziția sa vedem secretele vârstei universului și evoluția stelelor...

Dacă mințile noastre limitate, pentru ușurință, împart acest pahar de vin, acest univers, în părți – fizică, biologie, geologie, astronomie, psihologie și așa mai departe – amintiți-vă că natura (gr: “physis”) nu cunoaște așa ceva”. (1)

Afirmațiile despre sticlă incită la identificarea specificității acesteia în raport cu “pietrele” regnului mineral. Prin „*rocile pamântului*” înțelegem agregate minerale cristalizate ale scoarței terestre, (“*secretele universului și ale evoluției stelelor*” fiind încifrate și în acestea - căci domeniul mineralelor include componenții meteoriților și ai altor corpuri extraterestre), iar “*distilarea*” sugerează formarea topiturii în cuptoarele alchimiștilor prin imitarea fenomenului vitrificării geologice a sticlelor naturale.

Lava răcită a vulcanilor, obsidianul, - “*aceste pietre au o culoare de un negru intens, alteori sunt chiar transparente, mai opace decât sticla, așa încât, atunci când sunt folosite pentru oglinzi pe pereți, redau mai degrabă umbre decât lumini*”, scria **Plinius** (sec. I d.Hr.) în “*Naturalis Historia*”, XXXVI,(67) constituie un exemplu al fuziunii rocilor topite.(2)

Pasta incandescentă fiind rapid rigidizată într-o anumită etapă a curgerii, atomii acestor “sticle” primare (ca și ai celor fabricate) rămân înțepeniți într-un haos amorf specific stării lichide, înainte de a fi avut răgazul înlănțuirii în rețele rigurose structurate.

Din cele o sută de elemente chimice cunoscute, siliciul și oxigenul, [reunite în bioxidul de siliciu fie sub forma cristalelor solide de cuarț produse în condițiile răcirii lente a magmei, fie sub forma silicelor (*lat. Silex-icis*) ce includ și sticlele naturale sau artificiale], constituie mai mult de două treimi în alcătuirea scoarței terestre. Între factorii a căror conjugare determină solidificarea prin cristalizare sau lichefierea prin vitrificare, știința identifică: **Temperatura, Presiunea și Timpul.**

În laboratorul naturii temperaturile și presiunile pot fi uriașe, iar timpul este nelimitat.[Prin comparație ,(cel mai mare cristal de cuarț descoperit având 6 metri lungime și 44 tone greutate) - cristalele minuscule folosite în industria electronică sunt sintetizate la presiunea de 133 atmosfere, topirea cuarțului pur se realizează la 2000 grade Celsius, pentru sticlele obișnuite regimul de temperaturi este cuprins între 1400-1600 grade Celsius,...] .

Topirea rocilor

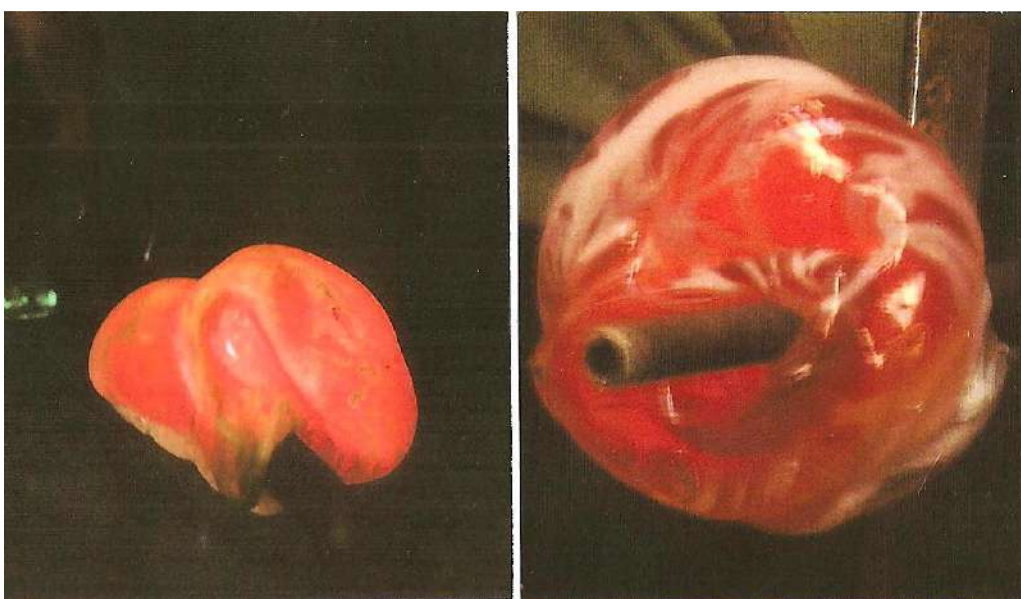
Asupra raportului între starea solidă - cristalină și cea lichidă - amorfă, **Georges-Louis Leclerc de Buffon** scria în “*Histoire Naturelle*” (sec. XVIII):

“...*primul instrument cu care natura operează toate aceste minuni este forța universală ce animă atomii, imprimându-le tendința de a se apropia și uni;*

al doilea este căldura ce are tendința de a separa ceea ce primul a unit”. (3)

Buffon remarca asemănarea “substantelor vitroase produse de natură” cu “**sticlele factice compuse de artă**”, subliniind că “*arta noastră poate imita natura în toate cazurile în care nu este necesar prea mult timp*” și oferind o imagine plastică asupra similitudinii planetei în laboratorul naturii cu bulgărele de sticlă ce poate fi văzut în timpul prelucrării în atelierele sticlarilor:

“Dacă presupunem globul terestru înaintea lichefierii, compus din aceleași elemente ca și astăzi, cuprins de violența focului primordial - toate materiile fiind reduse la sticlă - vom avea o idee despre vitrificarea generală...trebuie să ne reprezentăm întregul glob pamântesc pătruns de foc până în centru și să ne amintim că această masă topită, răsucindu-se în jurul ei înseși, s-a înălțat la ecuator prin forța centrifugă, în același timp scăzând la poli”. (pag. 6)



Folosirea abilă a principiilor naturii în artă - (tehnica obținerii sticlei)- fusese elogiată și de către Plinius:

*“După ce am descris toate rezultatele la care a ajuns talentul ce reproduce natura folosindu-se de meșteșug, suntem cuprinși de uimire la gândul că **aproape nici un rezultat nu se obține fără ajutorul focului.***

Focul cuprinde nisipul și din el produce sticla...” (XXXVI – 68)

Înainte, în paragraful 65, povestind legenda originii sticlei, Plinius arătase că “*acel șuvoi de lichid translucid, necunoscut mai înainte*” a început să curgă prin topirea nisipului amestecat cu “bulgări de silică”, iar mai departe (66) precizează că: “*Acum însă, în Vulturnus...nisipul este amestecat cu trei părți de silică și, după ce se lichefiază, pasta este transferată în alte cuptoare ...în care se topește din nou și produce sticla pură*” (vitrum).

Starea lichidă și memoria termică

În mod tradițional înțelegem încă prin sticlă un “*corp solid, transparent și fragil*”, **Dictionarul Larousse** adaugând în 1938 doar că este “*produs prin topirea nisipului sticlos amestecat cu potasă sau sodă*”.

Știința contemporană, abordând aspecte ale alcătuirii interne și “istoriei termice” a materialului, definește sticla ca “*solid necristalizat obținut prin subrăcirea unei topituri*”(4), “**subrăcire**” însemnând o scădere rapidă a temperaturii, astfel încât tendința naturală de formare a germenilor cristalini ce s-ar fi realizat printr-o răcire lentă să fie frânată sau chiar evitată.

[În ultimii 50 de ani starea de necristalizare (lichefiere) poate fi obținută, în afara energiei tradiționale a focului, și prin “injectarea” energiei chimice, mecanice sau nucleare, iar folosind termenul “sticlă” cercetătorii domeniului nu se referă doar la cea silicatică, existând și sticle boratice, fosfatice, metalice, etc...];

În formarea sticlei obișnuite, în faza lichidă ce se instalează peste temperaturi de 1000 grade, cristalele de cuarț ale nisipului, ajutate de sodă sau potasă (fondanți - coborâtori ai temperaturii), “*se dantelează, se rotunjesc și se fisurează*”, pentru ca în final, la aproximativ 1500 grade, acestea să fie “complet dizolvate” în topitură.

La răcire (în faza de creștere a vâscozității), recristalizarea, posibilă în anumite condiții la temperaturi între 1000 și 750 grade, neavând răgazul a se înfăptui, - alcătuirea internă a sticlei este definită prin “**înghetarea**” structurii lichidului, iar proprietățile specifice ale materialului (duritatea, fragilitatea, elasticitatea, cele optice, etc...) depind în mod esențial de **istoria sa termică**.



Dezordinea structurală

Definirea “*stării solide*” presupune pentru fizicieni, pe lângă aparența compactă a corpurilor, rezistența lor la deformări și o stabilitate energetică asigurată de organizarea atomilor apropiați unii de alții în structuri cristaline.

Atomii lichidelor încearcă și ei să se organizeze, dar, fiind relativ mai îndepărtați și având un surplus de energie (datorat asimilării, în cazul topirii, a celei termice), oferă imaginea haosului dezordinii structurale a stării amorfice.

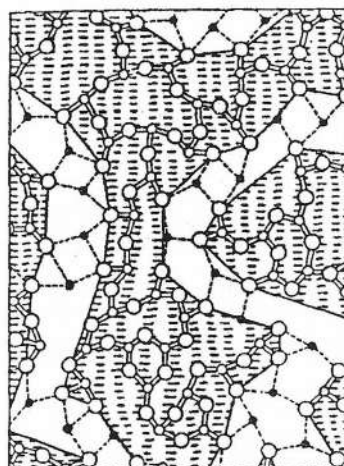
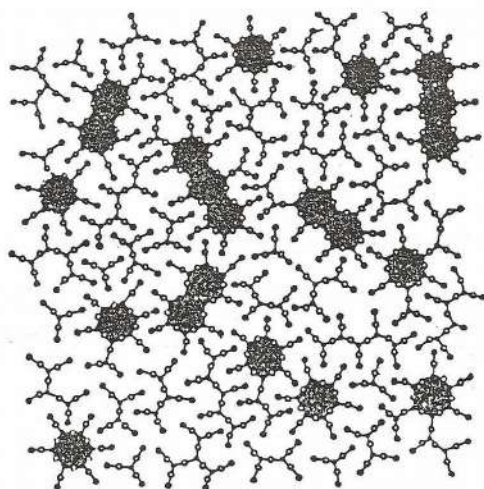
În contextul studierii alcătuirii interne a mineralelor, **E. Desautels**, după prezentarea tipurilor de dezordine ce pot interveni în organizarea geometrică a cristalelor, (punctiformă, lineară și la nivelul suprafețelor de creștere), pentru a ilustra dezordinea tridimensională, (în care atomii nu își mai ocupă locuri stabile în nici o direcție), analizează **sticla artificială**, ajutând astfel la înțelegerea stării fizice “solide necristaline” (“*vitroase*”):

„*Sticla...oferă un perfect exemplu al unei asemenea dezordini. Pentru ce este incorectă asocierea termenului “cristal” obiectelor din sticlă slefuită?*

Ele par solide iar aspectul lor este asemănător cristalelor naturale, dar natura lor nu este cristalină.

Oricât de ciudat ar pareă, sticla este un lichid”.(5)

Din punct de vedere tehnic, tocmai specificitățile stării lichide permit materialului depășirea limitelor impuse de cristalizare - sticla poate fi turnată, presată, trasă în fire sau plăci, suflată... - iar starea lichidă solidificată (“**înghețarea curgerii**”), poate sugera plasticianului un domeniu nesfârșit al echivalențelor expresive.



Înșușiri generale ale sticlei

Limbajul specific al tratatelor de specialitate din sec. XX, util tehnicienilor, dar de multe ori... inaccesibil nespecialiștilor, lasă greu să transpară impactul materialului – al proprietăților sale valorificate prin varietatea tehnicilor folosite în sticlărie – asupra sensibilității noastre.

Faptul că reprezentările noastre asupra sticlei (... și tehnicile obișnuite de prelucrare), nu s-au modificat prea mult în cursul secolelor poate fi ilustrat citind unele din **“Proprietățile prin care Sticla diferă de alte Corpuri”**, așa cum sunt prezentate, succint și expresiv, de **Christophe Merret** în **“Art de Verrerie”**(6), [cartea, tipărită la Paris în 1752, (o sinteză a tratatelor editate anterior de italianul **Antoine Neri**, germanul **Johann Kunchel** și englezul Merret), constituind un compendiu privind tradițiile, istoria tehnicilor, domeniile de utilizare a sticlei și raporturile acesteia cu științele teoretice, din antichitate până în jurul anului 1700]:

- “1. Sticla este o concrețiune compusă din săruri și pietre;”
- ”2. Este o substanță artificială;”
- “3. Ea intră în fuziune sub un foc violent;” ...
- “5. Focul nu o consumă;”
- “6. Ea este ultimul efect al focului;”
- ”7. Când e topită se atașează fierului;”
- “8. Când e bine încălzită, devine ductilă și capătă figura ce se dorește a i se impune, nu este maleabilă;” ...

[Plinius, care trăia în timpul lui Vespasian, al treilea împărat după Tiberius, povestise, cu circumspecție, în **“Naturalis Historia”**, cartea XXXVII, că **“pe vremea acestuia s-ar fi inventat o sticlă maleabilă”**, dar Tiberius ar fi făcut să dispară și inventatorul și atelierele acestuia. După Plinius, Dion Casius (Cartea LVII) scria că **“sticla strămbată a fost remodelată pe loc cu mâinile”**, Isidor scria că **“vasului i s-a redat forma cu ciocanul”**,...iar mai târziu alchimiștii au pus ipotetica maleabilitate pe seama **“marelui Elixir”** ...]

- “10. Când sticla e răcită, devine fragilă, de unde proverbul: fragil ca sticla;”
- “11. Rece sau caldă, sticla este mereu transparentă;”
- “12. Ea este flexibilă și se poate trage în fire drepte;” ...
- ”14. Nu poate fi tăiată decât cu diamantul;”
- “15. Este transparentă și colorată precum pietrele prețioase;” ...
- “19. Lunga folosință nu-i influențează greutatea;” ...
- ”21. Capătă interior & exterior culorile metalice; este adecvată picturii;”

...

”27. Poate fi cementată, precum alte pietre & metale;”;

”28. Dacă se plimbă ușor vârful degetului peste buza unui pahar umplut cu apă se produce un sunet mai ascuțit sau mai grav în funcție de cantitatea apei din vas & suprafața lichidului tresaltă;”, ... (pag. xxiv)

A R T
D E L A
V E R R E R I E,
D E N E R I, M E R R E T E T K U N C K E L

A U Q U E L O N A A J O U T É

L E *Sol Sine Veste* D'ORSCHALL;

L'*Helioscopium videndi sine veste solem Chymicum*;

L E *Sol Non Sine Veste*;

L E C h a p i t r e X I. d u *Flora Saturnizans* d e H E N C K E L,
S u r l a V i t r i f i c a t i o n d e s V é g é t a u x ;

U N M é m o i r e s u r l a m a n i e r e d e f a i r e l e S a f f r e ;

L E S e c r e t d e s v r a i e s P o r c e l a i n e s d e l a C h i n e & d e S a x e ;

O U V R A G E S

O U P o n t r o u v e r a l a m a n i e r e d e f a i r e l e V e r r e & l e C r y s t a l, d' y p o r t e r d e s C o u l e u r s,
d' i m i t e r l e s P i e r r e s P r é t i e u s e s, d e p r é p a r e r & c o l o r e r l e s E m a u x, d e f a i r e l a
P o t a s s e, d e P e i n d r e s u r l e V e r r e, d e p r é p a r e r d e s V e r n i s, d e c o m p o s e r d e s
C o u v e r t e s p o u r l e s F a y a n c e s & P o t e r i e s, d' e x t r a i r e l a C o u l e u r P o u r p r e d e
l' O r, d e c o n t r e f a i r e l e s R u b i s, d e f a i r e l e S a f f r e, d e f a i r e & p e i n d r e l e s
P o r c e l a i n e s, & c.

Traduits de l'Allemand; par M. D * * *.



A P A R I S,

CHEZ DURAND, rue St. Jacques, au Griffon;
Chez PISSOT, Quai des Augustins, à la Sageffe;

M. D C C. L I I.

A V E C A P P R O B A T I O N E T P R I V I L E G E D U R O I.



În aceeași carte florentinul **Antoine Neri**, (a cărui “*Ars Vetraria*” fusese tipărită în 1669 la Amsterdam în limba latină, după versiunea originală italiană “*L'Arte Vetraria*”), scria că “*Sticla trebuie cuprinsă între materiile cele mai*

prețioase a căror folosință a fost acordată oamenilor”, fiind obținută cu ajutorul Focului, care este în Arta Sticlăriei “o materie de primă importanță, ...Focul trebuind deci aplicat cu discreție”.

El considera sticla “*unul dintre cele mai frumoase ornamente ale edificiilor (templelor) noastre...pietrele prețioase ale Orientului nefiind mai vii & mai strălucitoare*”, adăugând:

“Eu nu cred ca Antichitatea a depășit vreodată nivelul cunoștințelor noastre, chiar dacă a copleșit cu onoruri divine pe cei ce excelau în Arta noastră”. (pag. xij-xv)

Proprietăți “sparigice” și “fiolosofice”

Între proprietățile materialului, Neri se referă și la cele specifice “*Oului Filosofic*” precum și la cele puse în valoare de “*Operații Chimice & Sparigice*”, [“*sparigia*”, termen folosit de Paracelsus în sec. XVI, desemnând “*alchimia exterioară a asemănărilor ...stramoș al chimiei contemporane*” (7).]

“*Operațiile ...*” sunt descrise detaliat în “*Modurile admirabile & puțin uzitate până în prezent pentru a face paste ce imită toate genurile de pietre prețioase*”, în fapt rețete tehnologice de topire, transmise de chimistul **Johann Kunckel von Lowenstern** (prima ediție din a sa “*Ars Vitraria experimentalis*” apăruse în 1678), în care este indicată, de exemplu, folosirea “*saffranului lui Marte*” sau a “*pulberii lui Saturn*” (oxidul de plumb):

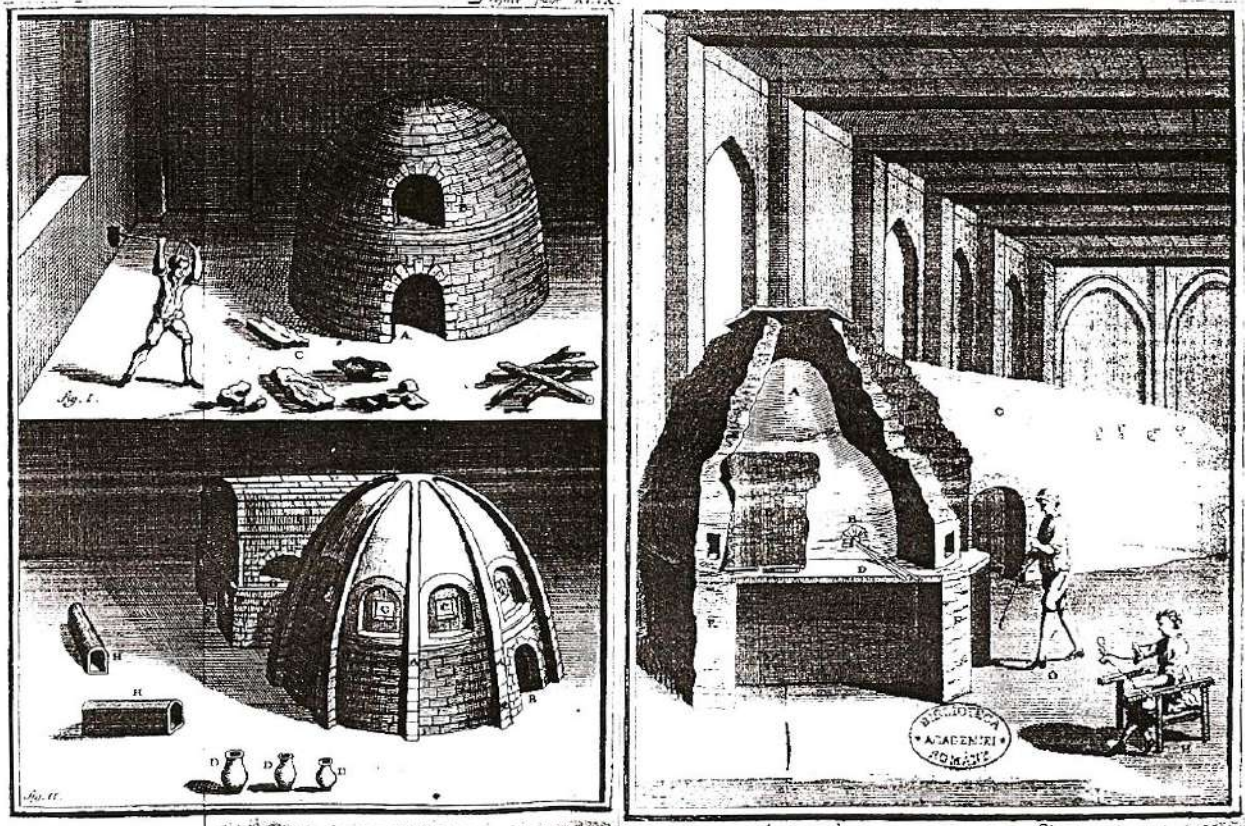
“Luați două uncii de cristal de rocă pisat și două uncii de minium, patruzeci și două graunțe de sofran, opt graunțe de magneziu de Piemont... amestecați cu grijă aceste materii, topiți-le așa cum am arătat & veți obține un safir cu o frumoasă nuanță violetă”. (pag. 190)

Asupra spaculațiilor hermetice ale alchimiei, autorii, cunoscători ai procedeelelor concrete de fabricare a sticlei, sunt rezervați. Comentând legenda antică a sticlei maleabile, considerate a fi produsul unui elixir misterios, Merret declara:

“Eu nu văd nimic realizabil pornind de la ceea ce spun Alchimiștii care se învârt într-un cerc vicios mergând de la Elixirul lor la Sticlă & de la Sticlă la Elixir.” (pag. xxxviii)

În schimb cartea lor, rezumând cunoștințele vremii în domeniul sticlăriei, (a carei tehnică o numesc “*Artă*”), include descrierea detaliată a tipurilor de cuptoare (între care și cele special construite pentru “*sticlăria de cristal*”), a “*instrumentelor care se folosesc & a modului de ardere*”, așa cum le prezentase **Agricola** (Georg

Bauer) in *“Re Metallica”* (1556), însoțind textul cu replici ale ilustrațiilor originale. (pag. xl)



Proprietăți optice

Asupra a ceea ce Atoine Neri numise *“oeufs philosophyques”* Merret adaugă (pag. xxxiv): *“Sferele din sticlă sunt de mare utilitate filosofilor prin cunoașterea reflexiei și refracției...”* (domeniul principiilor transformărilor optice aparținând încă filosofiei, înțelegem de ce Agostino del Riccio, în 1590 - *“Magia Elementelor Naturale”*, referindu-se la proprietatea sferei de cristal de a concentra lumina și aprinde obiecte, mărturisea: *“...aceasta e o taină pe care numai un filosof o poate cunoaște.”*) (8)

Aplicațiile *“Catoptricii & Dioptricii”* (reflexia și refracția) se regăsesc în *“sticlele optice”*. Pe lângă lentile (*“sticlele pe care le folosesc Lapidarii & Gravorii pentru a-și menaja vederea în acțiunea lor delicată”*), sunt menționate oglinzile (*“de care Narcis- ii zilelor noastre sunt atât de fermecați”*) și prisma (*“această sticlă triumphiulară numită ordinar <Paradisul Nebunilor>, dar care*

este demnă de atenția înțelepților, căci ne arată un roșu, un albastru & un verde ce nu-și găsesc comparație.”).

În domeniul cercetării, pe lângă Cardanus, Porta și Kircher, sunt citați Descartes și Huygens (de fapt în jurul anilor 1700 mulți fizicieni, printre care și Newton, își fabricau singuri prisme și lentilele pentru experimente), iar între “minunatele aplicații în Astronomie” sunt menționate telescoapele inventate de Galileu (sau Scheiner). (pag. xxxij)



Domeniul opticii și sticlăria

Producătorii pastelor transparente nu au ignorat niciodată problematica opticii, din antichitate păstrându-se rețete pentru obținerea unor mici bile din sticlă, pe care Huygens le considera superioare lentilelor microscopului inventat la sfârșitul secolului al XVI-lea.

Vasele umplute cu apă la care se referea Seneca (“Literale, cele mici și nedeslușite, se văd mai mari și mai clare printr-un glob de sticlă plin cu apă”- “Naturales Questiones”, Cartea Întâia, VI, 5) nu ar fi permis “acuratețea microscopică” specifică intaliilor antice.

(În secolul XIX au fost publicate informații conform cărora Împaratul Chinez Chan ar fi avut, în anul 2283 î.Hr., un aparat optic pentru observat planetele, iar în șantierele arheologice de la Ninive s-ar fi descoperit o lentilă din cristal aparținând unui aparat optic; Ca și în cazul instrumentului chinezesc - în China producerea sticlei a fost atestată documentar doar din secolul al XVII-lea -

lentila ar fi putut fi obținută prin șlefuirea cristalului de rocă și nu din pastă de sticlă).

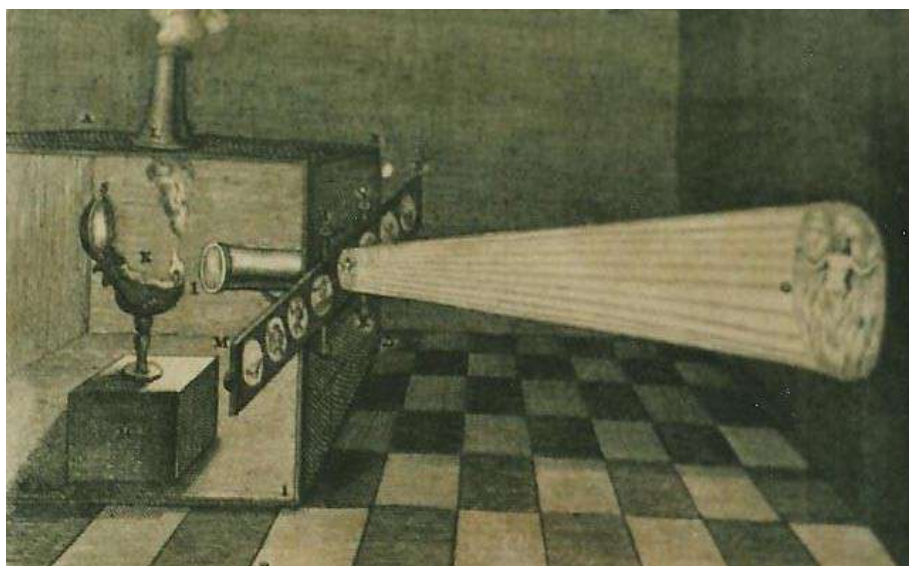
Analizând nivelul cunoștințelor optice din Antichitate - [**Euclid**, **Heron din Alexandria**, **Ptolemeu** (acesta fiind unul din puținele cazuri în care savanții greci au recurs la experimente)], **Max von Laue** afirmă că “*cei vechi stăpâneau nu doar știința oglinzilor convexe și concave, ci și a lentilelor.*” (9)

Optica lui **Vitellion** din 1270 (în mare parte traducerea în latină a “*Tratatului de Optică*” în care **Al-Hazen**, la începutul secolului XI, descrie formarea imaginii în “*lentila*” cristalinului ocular), studiile asupra poziției focarelor și convergenței razelor aparținând lui **Roger Bacon** (1214-1294),... au contribuit ca lentilele produse de sticlarii venețieni în secolul XIII să depășească statutul de “curiozitate”, “obiect destinat amuzamentului”, invenția ochelarilor fiind atribuită florentinului Salvino degli Armati, în 1299.

În vremurile vechi, în domeniul opticii exista o distincție între problematica generală – fenomenul văzului și natura luminii – și aspectele aplicative ale transformării imaginilor, implicând materialitatea specifică mediilor stravezii.

În 1547, pentru **Gerolamo Cardano** “*Lumina...este o similitudine a transparenței, care are substanța Limpezimii.*”(10) Din perspectiva acestei similitudini, în timp ce “opticienii-filosofi” formulează ipoteze asupra naturii luminii și principiilor propagării ei, “opticienii-fizicieni” abordează același domeniu pornind de la observarea, explicarea și generalizarea manifestărilor luminoase modulate de specificitatea substanțelor transparente.

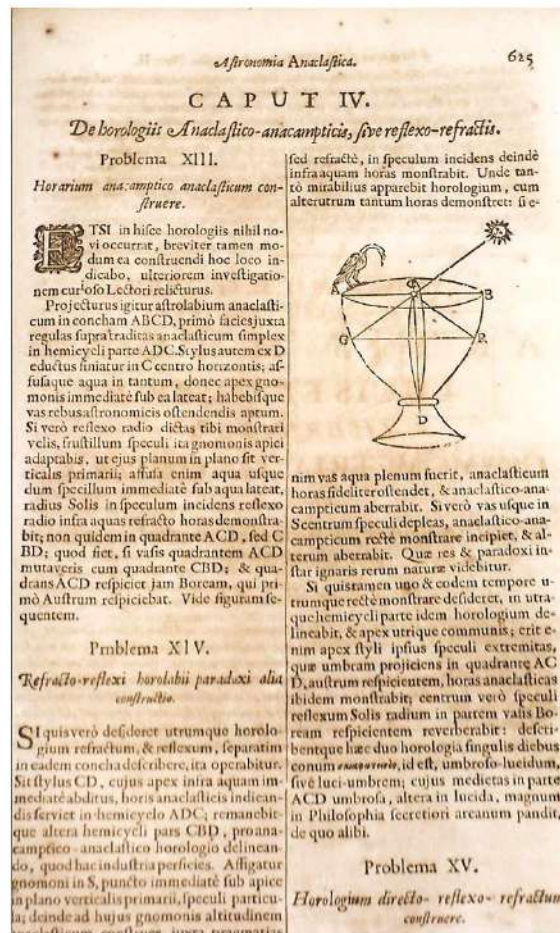
se putea
oglinzile-
descrise
Cardanus



Pentru a
realiza
periscop
de

(“*Oglinzi care arata lucruri Oculte&Secrete*”, pag. 112) sau lentilele necesare “*Lanternei Magice*” imaginată de **Porta** în “*Magia Naturala*”(11) și reprezentată de **Kircher** în “*Ars Magna Lucis & Umbrae*”(12), era necesară o pastă transparentă, limpede, lipsită de impurități și având o mare putere de refracție.

În prefața la “*Arta Sticlei*”, Christophe Merret include “**Fizica**” între aplicații, numind sticlele destinate lentilelor pentru ochelari sau “*miraculoaselor invenții ale Catoptricii & Dioptricii*” (telescopul, microscopul,...): “**sticle optice**”.



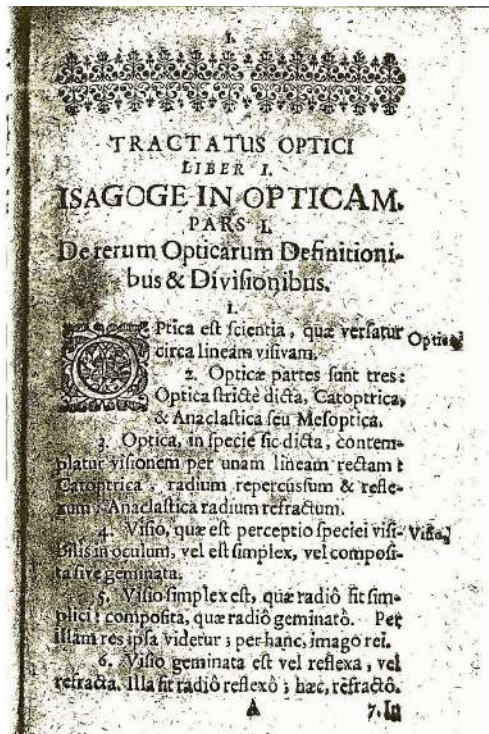
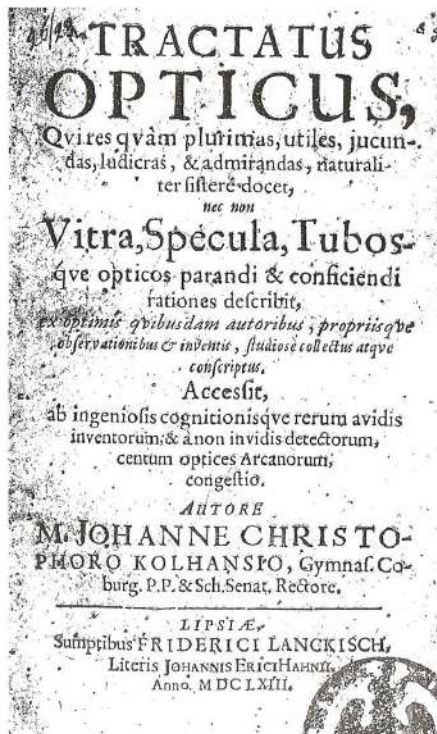
Performanțele sticlăriei se întrepătrund (și se condiționează reciproc) în secolul XVII cu cele ale opticii teoretice.

Paralel cu lucrările de cercetare fundamentală ale lui Descartes, Huygens, Newton..., în 1663 apare la Lipsca un “*Tractatus Opticus*” (13) datorat lui **Johanne Christoforo Kolhansio**, *Rector al Gimnaziului din Coburg*, având pe copertă indicat și domeniul de aplicatie: “*Vitra, Specula, Tubos*”.

Tratatul este destinat tehnicienilor domeniului optic.

În secțiunea consacrată reflexiei (“*De Catoptrica sau Specularia*”) sunt abordate varietatea oglinzilor (“*Speculo Plano*”, “*Speculo Convexo*”, “*Concavo*”, “*Cylindrico & Conico*”...) precum și oglinzile incendiare, (“*Speculis califacientibus & Ustoriis*”), iar probrematica refracției - (“*Anaclastica sau*

Mesoptica”, denumiri latinești ale dioptricii), este ilustrată și prin efectele prismelor optice din sticlă: *”Vitrīs Polyhedris”*.



Cartea a III-a, *“De Vitrīs Opticis”*, se adresează atât opticienilor cât și producătorilor sticlei sau șlefuitorilor. Aceștia puteau afla criteriile în observarea și alegerea sticlelor pentru lentile (*“De Electione Vtrorum”*), identificarea defectelor (*“de Vitrorum Vitiis”*) și, în general, erau inițiați asupra procedeele fabricării lentilelor și prismelor optice (*“De Vitrorum Confectione & Instruments ad vitra fabricanda”*).

Un capitol aparte tratează aparatele optice confecționate din mai multe lentile, *“De Tubis Opticis”*. (Cu un secol înaintea lui Galileo Galilei, căruia i se atribuie inventarea, în 1609, a lunetei, Leonardo da Vinci însemnase în Caietele sale un proiect pentru *“un Tub Optic prin care se poate vedea Luna marită...”*).

Cu siguranță calitățile sticlei au permis rapidă și diversificată proliferare a invenției, în Tratatul lui Kolhansio fiind detaliat studiate varietatea telescoapelor (*“Telescopiorum Varietate”*), producția acestora (*“De Tuborum Materia&Fabrica”*), utilitatea (*“De Usu & Effectibus Telescopiorum”*), precum și invenția binoculului (*“De Binoculo Telescopo. Binoculi Confectione”*). Sunt de asemeni menționate, între **“tuburile optice”**, fabricarea și uzul helioscopului și microscopulu.

Sticla între **“medii diafane”**

Dacă *“Tratatele...”* adresate tehnicienilor dezvoltă dimensiunile aplicative ale domeniului, în *“Lecții elementare de optică”* – Paris, 1764, Abatele de la

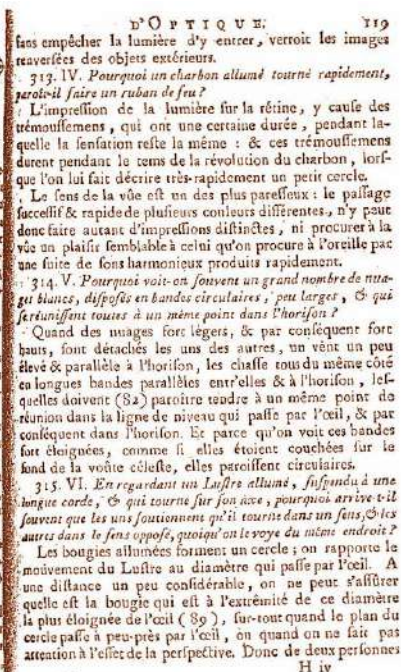
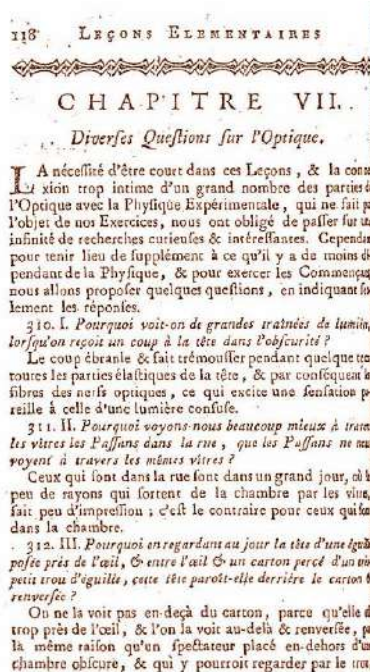
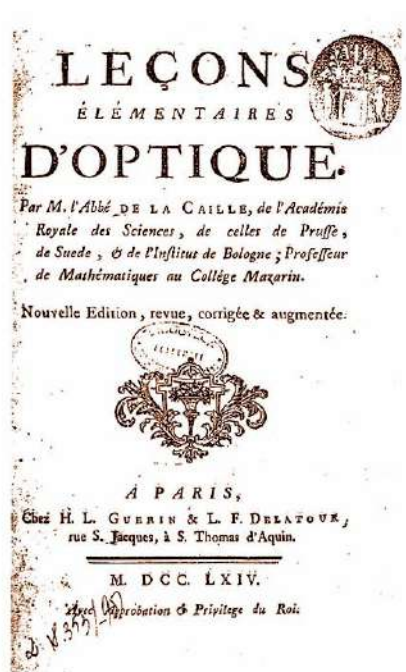
Caille (“de l’Academie Royale de Sciences; Professeur de Mathematiques au Collège Mazarin”...) înlesnește corespondența între speculația științifică și observația sensibilă.

Autorul, în ciuda profesiunii sale și specificului demonstrațiilor, care ar fi impus o abordare Fizico-matematică”, atrage atenția asupra “jocului miraculos al luminii” și necesității cunoașterii “rațiunii atâtor efecte atât de variate, de frapante și având o utilitate atât de palpabilă & imensă”. (14)

Specificitatea sticlei poate fi sugestiv ilustrată prin includerea ei între “Medii Diafane”, iar definirea acestora înlesnește înțelegerea proprietăților optice ale materialului.

Spre deosebire de “mediile libere” – spații absolute vide sau umplute cu o materie a cărei natură nu creează nici un fel de obstacole luminii, prin cele “diafane” lumina pătrunde (cu mai mică sau mai mare facilitare), ele putând fi “omogene” – precum în cazul sticlelor obișnuite, sau “heterogene” – sticle speciale sau cristale ce transmit diferit lumina datorită alcătuirii lor interne.

(O clasificare a mediilor diafane în medii mai mult sau mai puțin dense, “după cum, în același volum, conțin mai multă sau mai puțină materie capabilă a opri sau deturna lumina”, ajută la intuirea criteriului “indicelui de refracție” al sticlelor optice.)



În capitolul VII al lucrării (“Diverses Questions sur l’Optique”, pag. 118) Abatele la Caille completează Lecțiile propriu-zise de Optică Geometrică (“o Artă a riglei și a compasului”) cu referiri la manifestări optice “curioase & interesante”, sub forma a XXV întrebări și răspunsuri, îmbinând observația

directă a fenomenelor luminoase (manifestate în natură sau mijlocite de sticlă) cu explicații limpezi asupra comportamentului “mediilor diafane”:

“...II. Pentru ce noi vedem mai bine prin sticle trecătorii străzii în timp ce aceștia, prin aceleași vitrine, nu ne văd?”,... ”IX. Pentru ce o hârtie udă pare mai transparentă?”,... ”XI. Pentru ce miopii văd obiectele îndepărtate mai mari decât cei ce au vederea bună?”,... ”XIX. Pentru ce în vasele rotunde se văd două specii de semicercuri luminoase, care se întâlnesc în formă de inimă,... pe măsură ce lumina se apropie de vas?”,... ”XVII. Privind oblic sticla unei oglinzi, pentru ce se văd cinci sau șase imagini ale unei lumânări?”,... ”XIX. Pentru ce obiectele văzute prin apă sau sticlă...par mai mari, mai apropiate și adesea mai clare?”,... ”XXI Pentru ce cristalul globului ocular la pești este sferic și dur?”,... ”XXIII. Pentru ce un obiect văzut printr-o sticlă fațetată pare multiplicat în proporția numărului fațetelor?”,...etc.

Mecanisme ale transformărilor optice

Domeniul opticii moderne, după Newton, devenind greu accesibil nespecialiștilor, pentru înțelegerea transformărilor ce se petrec în substanțe este utilă *“Analiza luminii dedusă din legile mecanicii”*, carte editată la Paris în 1826, având indicat ca autor pe *“Arcade de l’Orient”* (=Vial), explicând *“mecanica inflexiilor, refracțiilor și reflexiilor”*. (15)

Cele zece fenomene ale opticii (*“Inflexia; Refracția; Accesul; Reflexibilitatea; Propagarea luminii; Reflexia; Culorile; Compoziția razelor; Impulsul luminos; Căldura sau pierderea impulsului luminos”*) se datorează proceselor generate de alcătuirea intimă a substanțelor, de la *“picătura de apă”* la *“cristal”*. (pag. xj)

Lumina suferă un șir continuu de inflexiuni în contact cu “părțile subtile” ale mediului, *“această putere ce o au corpurile diafane de a refracta, de a devia cursa inițială, fiind proporțională cu densitatea fiecărei materii”*.

Pentru înțelegerea raportului între *reflexia, refracția și greutatea specifică* a sticlelor optice, o imagine sugestivă este oferită de descrierea mecanismului transmiterii luminii.

Minusculele particule ale mediului - alcătuirea substanței, sunt cele care, la suprafața de separație, impun refracția (sau traversarea deviată a razei).

“Refracția nu e opută reflexiei”... fiind, ca și aceasta, *“...doar un simplu accident al fenomenului general al transmisiei”*.(pag. 12)

Formarea imaginii vizuale exemplifică efectul succesiunii refracțiilor specifice celor trei umori ale ochiului - cea apoasă, cea cristalină și cea vitrată.

(pag. 17) [Mecanismul transmiterii imaginilor prin răsfrângerea acestora la suprafața de separație dintre medii cu refracții diferite ajută la reprezentarea fenomenului oglinzirii interne - “*reflexia totală*” - specific fibrelor actuale alcătuite din două învelișuri de sticlă optică].

Spre deosebire de noile manuale se prezintă “Birefringența” ca pe o manifestare a “Polarizării luminii”, cartea lui Vial oferă o explicație a “Dublei Refracții” accesibilă și celor mai puțin familiarizați cu terminologia științifică:

”...o proprietate particulară anumitor cristale este de a face să apară dublate obiectele văzute prin substanța lor. Imaginea mai distinctă este formată prin refracția obisnuită a razelor ce traversează primele cristalul, iar a doua imagine, mai slabă, (rezultată din reflectări și refracții interioare – ca și cum suprafețele opuse din structura cristalină ar fi oglinzi care s-ar reflecta una pe cealaltă), constituie o parte deturnată a radiațiilor inițiale”. (pag.16)

Dispersia culorilor se datorează inegalității devierii celor șapte componente ale luminii albe de către mediul transparent. Autorul îl citează pe Leclerc de Buffon, ce interpreta spectrul cromatic tot ca pe o aplicație a refracției, (în timp ce Newton îl pune în seama reflexibilității) arătând că “*violetul și albastrul sunt cel mai mult deviate de prismă – razele lor având înclinația maximă față de suprafața sticlei, urmând verdele și galbenul, portocaliul și roșul fiind cel mai puțin refractate*”. (pag. 25)...

Pe lângă sugerarea unui model plastic al transformărilor optice în sticlă, “*Analiza...*” este utilă artiștilor și prin rezumarea explicațiilor elementare privind lumina și ipostazele comportamentului acesteia - folosind un limbaj științific încă accesibil - într-o “*Tablă alfabetică a materiilor*”, în fapt un amplu glosar tematic.

Această anexă a lucrării înlesnește, între altele, familiarizarea cu reprezentări (la nivelul secolului XIX) despre:

“*Alternative – mișcări în zig-zag ale luminii întâlnind corpuri subtile*”; “*Arc-en-cielle – efect al refracțiilor luminii în picăturile ploii*”; “*Aurora boreală*”; “*Compunerea și Descompunerea Luminii – colorarea micilor particule nu se realizează fără o refracție ce descompune lumina...*”; “*Corpuri transparente*” și “*Corpuri opace*”; “*Cristal*” și “*Cristalizare*”; “*Eter – element al focului în stare fluidă*”; “*Fluid – ansamblu de corpuri mici, izolate, ce-și schimbă reciproc locul într-o neîntreruptă mișcare...*”; “*Inflexie – nume generic al devierii luminii*”; “*Lumina – natură, legi, proprietăți...*”; “*Materie- substanță incertă...*”; “*Oglinda – chiar cele perfect polisate dispersează lumina neregulat*”; “*Opacitate – rezultat al reflexiilor interioare în substanța corpurilor...*”; “*Polarizare*”; “*Prismă – proprietățile prismelor din sticlă*”; “*Reflexie și reflexibilitate*”; “*Refracție și refrangibilitate*”; “*Sunet – au greșit cei ce au asimilat propagarea luminii cu cea a sunetului...*”; “*Tonuri muzicale – distanțele dintre cele șapte lumini și refracțiile respective par a fi într-o oarecare armonie cu*

distanțele reciproce ale celor șapte tonuri ale muzicii”; “**Transmisie** – trecerea luminii într-un nou mediu”; “**Transparentă** – absența oricărei reflexii...”; “**Văz și viziune** – imagine...”; etc. (pag. 591-626)

Sticla “optică”

Optica, având ca obiect de studiu atât manifestările luminii cât și văzul, domeniul tehnicii de ameliorare (sau înlocuire) a vederii prin instrumente alcătuite din lentile, prisme și oglinzi a acaparat (o dată cu producerea acestora) termenul, prin optician înțelegând în general tehnicianul ce fabrică aceste aparate, folosindu-se de “**sticla optică**”.

Pentru a răspunde nevoii de precizie, Tratatul acestei ramuri a Opticii Moderne sunt formulate într-un limbaj specializat – cu *indici* și *coeficienți* cuprinși în *tabele* și *diafragme*, etc...- referindu-se strict la aplicabilitatea studiată și lăsând mai greu să transpară pentru curioșii nespecialiști, (între care și artiștii), “ce se întâmplă” de fapt cu lumina în substanțele transparente.

Într-un amplu Tratat asupra artei sticlei, “**Sticlăria din vremurile cele mai îndepărtate și până în zilele noastre**” (Ed. Hachette, Paris, 1868), **A. Sauzay**, consacrand capitolul XXV Opticii, solicită cititorului “*indulgență*” pentru a nu fi descoperit aceste probleme abordate de “*o pană mai savantă decât a sa*” spre a descrie “*rolul important al sticlei în optică, domeniu al științelor ce nu ar fi existat fără acest material*” (16)

După o introducere în teoria domeniului (în care sunt citați fizicienii ai epocii), autorul prezintă tipurile de lentile, utilitatea acestora, precum și indicații asupra compoziției și fabricării Sticlelor Optice “**Crown**” și “**Flint**”, conform tehnologiei primei jumătăți a secolului XX.

Inițial acestea au fost sticle obișnuite, (mai atent decolorate și limpezite), a căror folosință în scop optic (gr. “*opike*”= vedere) le-a transferat denumirea.

La Veneția, prin tradiție Bizantină, între sec. XII-XIV funcționa o “**Scola et Artes Cristallorium**”, unde, pe lângă gume și cuarțuri, erau șlefuite și lentilele pentru ochelari dintr-o sticlă albă, transparentă.

Utilizarea ochelarilor este atestată din anul 1303, Sauzay citind un chirurg (*Guy de Chauliac*) ce recomanda recurgerea la aceștia (“*lunettes*”) în cazul insuficienței vederii.

Producerea sticlelor “**Crown**” (coroană), prin deschiderea și aplatizarea prin forța centrifugă a baloanelor suflate, datează din prima jumătate a secolului XIV, fiind atribuită francezului *Filippe Cacquerait*. Numite și “ochi-de-

bou” datorită urmei lăsate de teavă, topite din “*nisip, potasă, sodă, var și arsenic alb*”, bucăți din aceste discuri montate în ferestre ofereau “*o strălucire a luminii neegalată de noile procedee*”. (pag.278)

Sticlele aparținând tipului “**Flint**” – dense, limpezi, având putere mare de refracție, ce permiteau lentilelor performanțele optice impuse de tehnica domeniului ce se dezvoltă începând cu secolul XVII, își au originea în perfecționarea metodelor de topire a sticlelor incolore (ce începuseră din sec. XV-XVI, sub influența Renasterii, să înlocuiască în preferințele epocii pe cele colorate), sticlele numite “*cristal*” fiind apreciate pentru strălucirea și dispersia cromatică datorate tot refractibilității crescute.

Termenul “**cristal**” (preocuparea pentru imitarea cuarțului data din antichitate) fusese folosit și pentru a desemna materialul “oglinzilor venetiene” fabricate începând cu anul 1507, la Murano, de frații Gallo. Sticla acestora era însă una obișnuită (calco-sodică), calitatea fiind conferită de acuratețea polisării și aplicării stratului reflectorizant dintr-un amalgam de staniu și mercur.

Limpezirea sticlelor “de pădure”-“*wald-glass*” sau “*verre de fongere*”(ferigă), prin selectarea plantelor a căror cenușă conținea potasa necesară topirii și decolorarea acestora, începând din 1560, cu magneziu (procedeu aplicat de emigranții venețieni), au făcut posibilă apariția “*cristalului de Boemia*”, material care, începând cu 1600, permitea șlefuirea și gravarea pocalelor, imitându-le pe cele de cristal de rocă - “*Bergkristall*”. (17)

Precursorul direct al sticlei “*Flint*” contemporane îl regăsim în “**Cristalul englezesc cu plumb**” (în limba engleză “*flint*” înseamnă “cristal de rocă”), destinația sa inițială nefiind tehnică, ci impusă de concurența dură a secolului al XVII-lea în domeniul “strategic” al importurilor și exporturilor vaselor de sticlă.

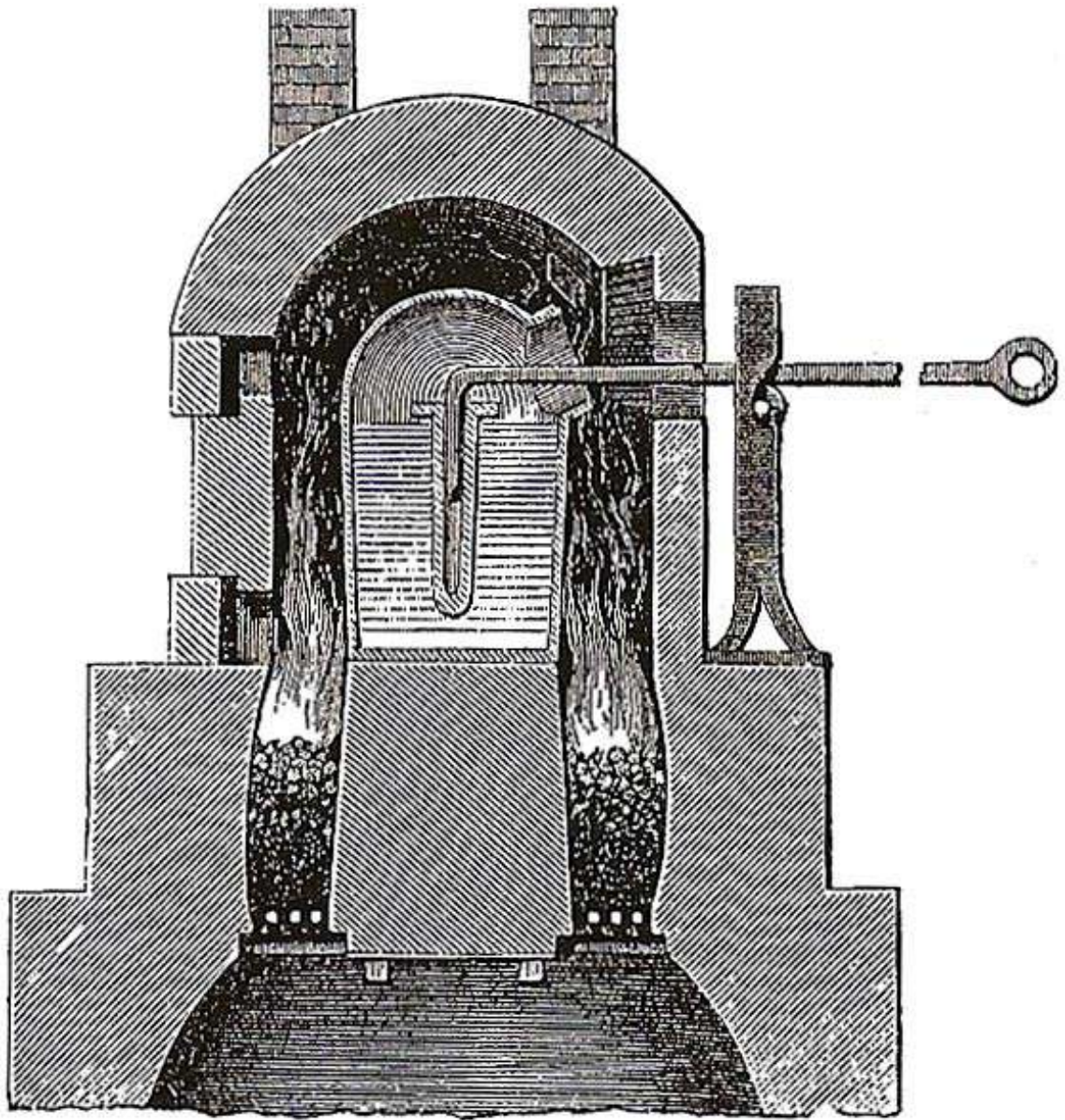
Gustul vremii impunea ca “*toate vasele de băut să fie fabricate dintr-un material frumos, limpede și alb*”, specifică în 1669 un comerciant citat de **G.Savage** în “*L’Art du verre*”(18).

După interdicția folosirii lemnului pentru combustie (în 1615 acesta fiind înlocuit cu huila, având putere calorică mai mare) și folosirea- pe lângă sodă și potasă - a oxidului de plumb, **George Ravenscroft** a brevetat în 1673 invenția “*unui tip particular de sticlă, asemănător cristalului de stâncă, care nu se produce și nu se folosește în regatul nostru*”.

Descoperirea sa avea să asigure mult timp supremația Angliei, în secolul XIX surse comerciale indicând că “*în această țară chiar și menajurile cele mai modeste folosesc exclusiv pahare din cristal*”. (Sauzay, pag. 41)

Tehnica obținerii unui nou “cristal” prin topirea cuarțului englezesc cu ajutorul oxidului de plumb (miniul ajungea în unele amestecuri să egaleze masa cuarțului) a fost elaborată treptat, între 1671-1676.

Piesele produse ulterior de “*Savoy Glasshouse*” la Londra, sub conducerea lui Ravenscroft, erau nu numai “limpezi și albe”, dar și “grele”, densitatea conferită de plumb (caracteristica sticlelor “*flint*”) mărind indicele de refracție și implicit amploarea manifestărilor optice exploatare artistic.



Four à verres d'optique.

Familia sticlelor optice numără azi cam o sută de varietăți, împărțite tot în tipurile “*Crown*” și “*Flint*”. Clasificarea lor urmărește proprietățile specifice: refracție, dispersie, absorbție, etc. și păstrează drept criteriu densitatea, cele mai ușoare fiind sticlele “*Crown*”, iar cele mai grele, având și cea mai mare putere de răsfrângere a luminii, cele “*flint extra dens*”.

Din secolul XVII – paralel cu aparatele optice cărora le erau destinate, topiturile și-au sporit continuu performanțele – limpezire, omogenizare prin amestec, eliminarea tensiunilor interne prin recoacere îndelungată sub 600 grade, etc. ...

[În secolul XVIII francezul Guinard deținea monopolul lentilelor mari, referitor la prima jumătate a secolului al XIX-lea Sauzay prezintă rețetele de fabricație ale lui M.Bontemps pentru sticlele “*crown*” și “*flint*” (în cazul acestora și schema cuptorului cu creuzet și omogenizator), în 1881 fizicianul german Abbe împreună cu chimistul Schott înființează fabrica de sticlă optică de la Jena,...la începutul secolului XX industria optică dezvoltându-se în Anglia, SUA și URSS..].

Optica modernă și artele vizuale

În perioada contemporană exploatarea proprietăților transparenței sticlei a permis Opticii să depășească performanțele imaginate în secolul XVII de **Athanasius Kircher** pentru “*Magia Catoptrica*” (în “*Ars Magna Lucis et Umbrae*”).

Firele optice, prin neîntrerupta reflexie internă ce se manifestă în interiorul lor, permit semnalelor luminoase să fie transmise la distanțe inimaginabile în trecut, iar sticlele **LASER** (*Light Amplification through Stimulated Emission of Radiation*), stimulând diferențiat anumite lungimi de undă – între numeroasele aplicații în domenii ale tehnicilor de vârf – emit “*fascicolele de referință*” care contribuie la “*reconstituirea obiectelor în imagini tridimensionale corespunzând riguros realității*”(19), procedeele holografiei, descoperite la mijlocul secolului XX, constituind astăzi obiectul cercetării artistice intradisciplinare.

Ca și holografia, proprietățile de **selectare în spectrul vizibil a radiațiilor** – principiu al luminescenței ce transferă în lumini colorate emisii electromagnetice invizibile (sau energii chimice, mecanice, electrice, etc...), – nu au putut rămâne străine artiștilor. În avangarda spectacolelor de “sunet și lumină”, Pierre Rousseau descrie un spectacol la Opera din Paris, în 1938, “*imbinind muzica lui Ravel, Schubert, Debussy, baletul și flăcările feerice ce apăreau în întuneric prin transformarea radiațiilor invizibile ultraviolete în Lumini fluorescente*”.(20)

[Prin anii '70, când Profesorul **Grigore Mosil** prezenta la mai multe Facultăți cu caracter Umanist, între care și Institutul de Arte Plastice, un ciclu de conferințe despre Arta Cibernetică, la *Galeria “Apollo”* din București a avut loc o expoziție organizată cu colaborarea unor cercetători în domeniul fizicii optice în care piesele transparente emiteau culori diferite ale luminii în funcție de variații ale unor factori ai mediului...]

Note

1. - FEYMAN, Richard P. – „Fizica Modernă”, Ed. Tehnică, București 1969, p. 65
2. - PLINIUS – „Naturalis Historia”, Ed. Polirom, Iași 2006, XXXVI-(67), p. 209
3. - BUFFON, Georges-Louis Leclerc de - „Histoire Naturelle” în „Oevres de Buffon”, Ed. Fourne et C-ie, Paris 1853, vol. II, P. 1-6
4. - INSTITUTUL NAȚIONAL DE STICLĂ – „Îndrumar pentru fabricarea sticlei”, Ed. Fast Print, București 1998, p. 32 și 98
5. - DESAUTELS, Paul E. – “Le Rayome des Mineraux”, Ed. Artaud, Paris 1976, p. 36
6. - NERI, Antoine, MERET, Christophe și KUNCKEL, Johann – “Art de la Verrerie”, Ed. Pissot, Paris 1752, p. 36
7. - RIFFARD, Pierre – “Dicționarul Esoterismului”, Ed. Nemira, București 1998,
8. - BATTISTI, Eugenio – “Antirenașterea”, Ed. Meridiane, București 1982, Apendice
9. - LAUE, Max von – “Istoria Fizicii”, Ed. Științifică, București 1963, p. 49
10. - CARDANUS, Hierosme – “De la Subtilite”, “La Court du Palais du Rois”, Rouen 1642, Cartea IV, p. 100
11. - PORTA, Jean-Baptiste – “Magiæ Naturalis”, Ed. Elyzeum, Amsterdam 1642
12. - KICHER, Athanasius. – “Ars Magna Lucis & Umbræ”, Ed. Joanem Jansonium, Amsterdam 1671 p. 768
13. - KOLHANSIO, Johanne – “Tractatus Opticus”, Ed. Friderici Fanckich, Lipsca 1663
14. - CAILLE, Abbe de la – “Leçons elementaires d’Optique”, Ed. H. L. Guerin et L. F. Delatour, Paris 1764
15. - ARCADE de l’Orient (Vial) – „Analyse de la Lumiere”, Librairie des Sciences, Paris 1826
16. - SAUZAY, A – „La verrerie depuis les temps les plus recules jusqu’a nos jours”, Librairie Hachette, Paris 1868, p. 264
17. - DRAHOTOVA, Olga. – „Le verre de Boheme”, Ed. Odeon, Praga 1970
18. - SAVAGE, George – „L’Art du Verre”, Ed. Hachette, Paris 1965, p. 99
19. - RĂDULEȚ, Toma – „Optica foto-cinematografică”, Ed. Tehnică, București 1977, p. 17
20. - ROUSSEAU, Pierre – „Lumina”, Ed. Contemporană, București 1942, p. 87