

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” din TIMIȘOARA
FACULTATEA DE MECANICĂ
CATEDRA DE MECANICĂ FINĂ

Conf. Univ. *ADRIAN MIHAIL MARIAN*

TEZĂ DE DOCTORAT

**CONTRIBUȚII PRIVIND
PARAMETRIZAREA
FENOMENELOR CROMATICE**

APLICAȚII INTERDISCIPLINARE

BIBLIOTECA CENTRALĂ
UNIVERSITATEA „POLITEHNICA”
TIMIȘOARA

.....
.....
.....
.....
.....

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC
Prof. Univ. Dr. Ing. *IOAN NICOARĂ*

TIMIȘOARA 2002

Cuprins

Introducere	5
Capitolul 1. Stadiul actual al cunoștințelor în domeniul colorimetriei	
1.1. Radiația electromagnetică în domeniul vizibil și culoarea	8
1.1.1. Considerații generale	8
1.1.2. Domeniul vizibil și culorile	9
1.2. Considerații privind caracteristicile fizice și fiziologice ale ochiului uman	17
1.2.1. Anatomia ochiului uman	17
1.2.2. Fiziologia ochiului	21
1.3. Elemente de colorimetrie	25
1.3.1. Coordonate psihologice de culoare	25
1.3.2. Coordonate fizice de culoare	27
Capitolul 2. Studiu critic al terminologiei utilizate în colorimetrie pe plan internațional	
2.1. Numele atribuite culorilor	40
2.2. Caracteristicile fundamentale ale culorilor	43
2.2.1 Generalități	43
2.2.2 Tonul cromatic	44
2.2.3 Luminozitatea	44
2.2.4. Saturația	49
2.2.4.1 Claritatea	50
2.2.4.2 Profunzimea	50
Capitolul 3. Studiul analitic al principalelor sisteme cromatice scurt istoric ilustrat	
3.1 Generalități	53
3.2. Sisteme de culoare bidimensionale	53
3.3. Sisteme de culoare tridimensionale	61
3.4. Sisteme cromatice	63

Capitolul 4. Amestecuri. Acorduri cromatice.

4.1.	Considerații generale	66
4.2.	Metode de obținere a amestecurilor cromatice	67
4.2.1.	Metoda dreptelor de amestec	68
4.2.2	Metoda planurilor de amestec	70
4.2.2.1	Metoda triunghiului	70
4.2.2.2	Metoda pătratului	70
4.2.2.3.	Metoda hexagonului	72
4.2.2.4	Metoda cercului	72
4.3.	Acorduri cromatice, armonia	73
4.3.1.	Prezentare Generală	73
4.3.2.	Istoric	74
4.4.	Metode de elaborare a scărilor de amestec	78
4.4.1.	Tipuri de scări	80
4.4.1.1.	Scara aritmetică	80
4.4.1.2.	Scara geometrică	82
4.4.2.	„Secțiunea de aur”	83
4.4.3.	Seria logaritmilor	86
4.5	Amestecul optic	88

Capitolul 5. Cercetări experimentale

5.1.	Măsurări	90
5.1.1.	Metode de măsurare a coordonatelor cromatice	90
5.1.2.	Sisteme de măsurare	90
5.1.3.	Echipamente colorimetrice și spectrofotometrice	93
5.1.3.1.	Echipamente colorimetrice subiective	93
5.1.3.2.	Echipamente colorimetrice și spectrofotometrice	94
5.2.	Determinări experimentale	97
5.2.1.	Obținerea elementelor de sinteză	97
5.2.2.	Pregătirea eșantioanelor	100
5.2.3.	Descrierea instalației experimentale	100
5.2.4.	Caracteristici ale culorilor	102
5.2.5.	Rezultatele măsurărilor	103

5.2.5.1. Culori tempera	103
5.2.5.2. Culori ulei	107
5.3. Reprezentarea rezultatelor	109
5.3.1. Diagrama „C.I.E.”	112
5.3.2. Diagrama „C.I.E.- LAB” (HUNTERLAB)	114
5.3.3. Diagrama “SEMILOGARITMICĂ”	115
Capitolul 6. Contribuții la elaborarea unui sistem cromatic românesc	
6.1 Considerații generale	116
6.1.1. Introducere	116
6.1.2. Istoric	116
6.1.3. Rețete de amestec	123
6.1.4. Construcție și codificare	124
6.1.5. Atlasul de culoare	129
6.1.5.1. Cercul de culoare	130
6.1.5.2. Triunghiul de culoare	133
6.1.5.3. Modelul spațial	134
6.2. Aplicații ale fenomenelor cromatice în industria automobilelor din România	146
6.2.1. Introducere	146
6.2.2. Scop	146
6.2.3. Utilizarea culorilor în industria automobilelor	147
6.2.3.1. Dacia 1300	147
6.2.3.2. Dacia 500	149
6.3. Cercetări originale privind psihologia culorilor	154
Capitolul 7. Contribuții originale și concluzii	
Bibliografie	162
Anexe	
1. Dicționar de nume	181
2. Atlase de culori	186
3. Asociații internaționale	188
4. Pigmenți structură și evoluție	189

Motto:

„Atunci când putem măsura un lucru despre care vorbim și-l exprimăm în numere cunoaștem ceva despre acest lucru, iar când nu-l putem măsura și nu-l putem exprima în numere cunoștințele noastre sunt insuficiente și nesatisfăcătoare”.

Lord Kelvin

INTRODUCERE

De secole, sute de persoane s-au ocupat cu studierea culorilor. Pare aproape imposibil să nu se fi scris totul despre acest domeniu.

O analiză complexă efectuată asupra documentației de specialitate la care autorul a avut acces, l-a încurajat să efectueze cercetări exhaustive în acest domeniu.

Autorul mulțumește Catedrei de Mecanică fină din cadrul Facultății de Mecanică a Universității „Politehnica” din Timișoara, pentru deschiderea avută la acceptarea susținerii unei lucrări interdisciplinare de o asemenea factură. Autorul este recunoscător domnului prof. univ. dr. ing. IOAN NICOARĂ, conducătorul științific al lucrării, care pe toată perioada susținerii examenelor, referatelor și a redactării tezei, a coordonat cu rigoare și deosebită competență toate aceste etape. Observațiile făcute au stat la baza întocmirii materialelor redactate și au fost un prețios ajutor în susținerea lucrării.

Aduc mulțumiri doamnei dr. ing. CECILIA SAVII, CP I, coordonatoarea grupului de compuși oxidici al Laboratorului de Chimie Anorganică, Filiala Timișoara a Academiei Române, pentru colaborarea oferită în efectuarea și prelucrarea măsurărilor colorimetrice tricromatice.

Autorul este recunoscător doamnei conf. univ. dr. ing. CORINA GRUESCU pentru sprijinul acordat și pentru sugestiile deosebit de pertinente pe care le-a făcut pe parcursul elaborării lucrării.

Scopul lucrării este acela de a încerca găsirea unor elemente științifice concrete și obiective pentru a putea analiza, caracteriza, reprezenta, sistematiza și utiliza un domeniu care a rămas până acum, la nivelul aprecierilor subiective.

Conținutul titlului tezei de doctorat: *CONTRIBUȚII PRIVIND PARAMETRIZAREA FENOMENELOR CROMATICE* va putea fi justificat prin definirea termenilor importanți.

Parametrul este conform [D₆, p. 652], „mărime proprie unui obiect, unui mecanism, unui sistem, unui fenomen etc., care servește la caracterizarea unor proprietăți ale acestora”. Parametrizarea este acel proces prin care unei anumite stări i se pot asocia elemente precise (matematice) în caracterizarea unora sau a tuturor componentelor sale.

Tot în [D₆, p. 329] este definit și termenul de **fenomen** ca fiind:

1. „Manifestare exterioară a esenței unui lucru, unui proces etc., care este accesibilă, perceptibilă în mod nemijlocit.
2. Proces, transformare, evoluție, efect etc., din natură și din societate.
3. Aspect, întâmplare, ființă, obiect care surprinde”.

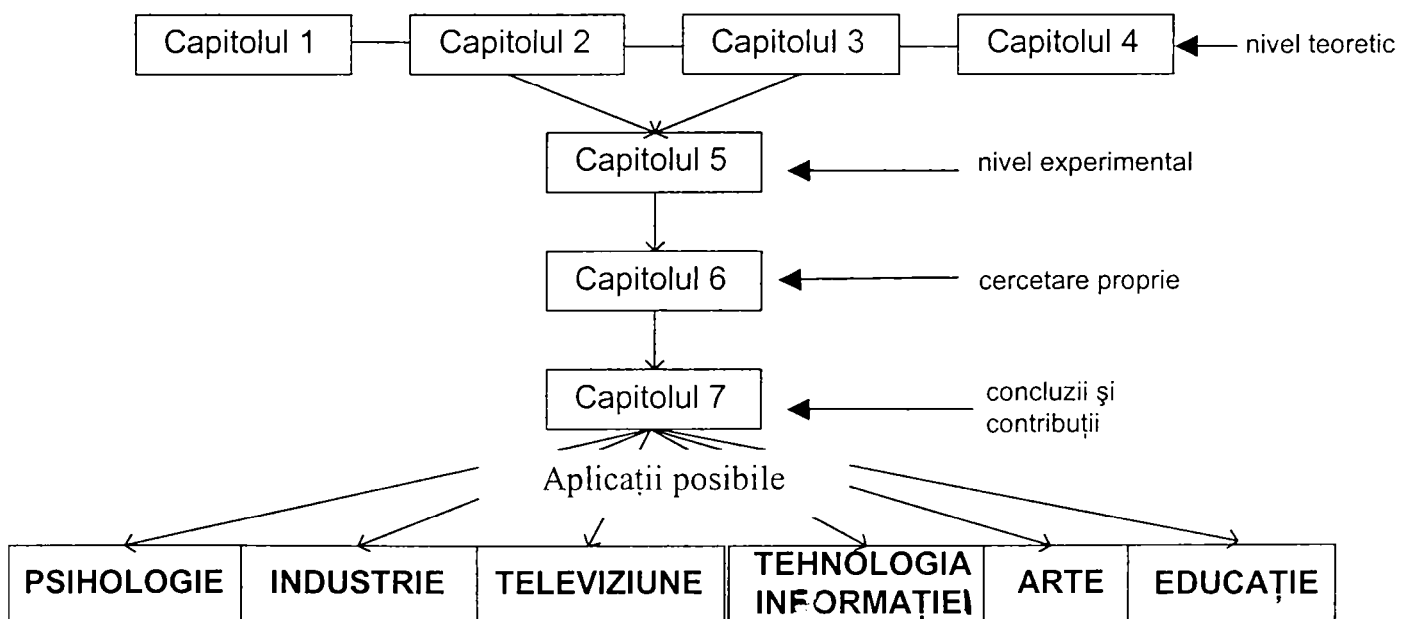
Se pot formula câteva direcții de cercetare, care se vor constitui în obiective ale tezei. Aceasta urmărește:

- Un **studiu al terminologiei** care caracterizează culoarea, având în vedere faptul că în diverse domenii – industrie, tehnologie, științe (fizică, chimie, psihologie, arte) – același atribut al culorii este definit prin termeni diferiți. Astfel, termeni ca : INTENSITATE LUMINOASĂ, LUMINARE, STRĂLUCIRE, LEUCIE și LUMINOZITATE, sunt utilizați fără a fi definiți omogen. Rezultă că este necesară o unificare sau cel puțin, o stabilire a echivalenței între termenii utilizați în diverse domenii. Demersul este necesar pentru a face posibilă comunicarea clară, lipsită de confuzie, între exponenți ai acestor specialități.
- **Definirea unor scări de amestec** pentru obținerea tonurilor în degrade uniform. Din cele prezentate rezultă că s-au propus mai multe astfel de scări, dar nici una nu corespunde unui mod gradat, cu salturi de culoare care pot fi percepute ca uniforme. Se caută o regulă de amestec, care să satisfacă această cerință.
- **Analiza științifică, sistematică** a pigmentilor și coloranților produși în România. Cunoașterea coloranților care pot fi utilizați, cu proveniență autohtonă, prezintă interes în orice industrie – preocupată de design și, implicit, de culoare – și pentru domeniul artelor plastice, care prin definiție operează cu culoarea. Un astfel de demers, deși extrem de laborios, este necesar.
- **Studiul metodelor** de măsurare precum și al aparatelor și echipamentelor necesare stabilirii parametrilor de culoare.
- **Cunoașterea preferințelor** pentru culoare din această zonă și al impactului psihologic pe care îl are asupra populației.
- **Crearea unui Sistem Cromatic**, ca o expresie a caracteristicilor geo-culturale și industrial-tehnologice ale poporului român. Crearea și eventual, standardizarea unui Sistem Cromatic Românesc ar alinia țara noastră la grupul țărilor civilizate, avansate industrial, care și-au definit astfel de sisteme. Se pune astfel la dispoziția utilizatorilor o formă sintetică și cuprinzătoare a ceea ce caracterizează România din punct de vedere al culorilor.

Lucrarea este constituită din șapte capitole, în care autorul realizează:

- **analiza stadiului actual** al cunoștințelor fizice, fiziologice, psihice și psihologice, în (cap 1);
- un **studiu critic** asupra terminologiei utilizate în domeniu, în (cap 2);
- un **studiu istoric și critic** asupra principalelor forme de reprezentare a CULORILOR, în (cap 3);
- un **studiu sistematic** asupra posibilităților de amestec al culorilor și relațiile ce se pot stabili între NUMĂR și CULOARE, în (cap 4);
- o **cercetare experimentală** cu scopul de a determina pe bază de măsurări spectrofotometrice caracteristicile culorilor de a le reprezenta în plan și spațiu, (cap 5);
- o **cercetare proprie, originală**, prin conceperea unui SISTEM CROMATIC propriu populației din ROMÂNIA și utilizarea acestuia în domenii cum ar fi industria constructoare de mașini și aparate, psihologie, etc. în (cap 6);
- în ultimul capitol sunt desprinse **CONCLUZIILE** și sunt marcate **contribuțiile ORIGINALE** ale lucrării.

Organizarea capitolelor se face după cum urmează:



Motto:

„Atunci când putem măsura un lucru despre care vorbim și-l exprimăm în numere cunoaștem ceva despre acest lucru, iar când nu-l putem măsura și nu-l putem exprima în numere cunoștințele noastre sunt insuficiente și nesatisfăcătoare”.

Lord Kelvin

CAPITOLUL 1

1. STADIUL ACTUAL AL CUNOȘTIINȚELOR ÎN DOMENIUL COLORIMETRIEI

1.1. Radiația electromagnetică în domeniul vizibil și culoarea

1.1.1. Considerații generale

Emisia sau absorbția de radiație electromagnetică însoțește existența oricărei structuri materiale aflate la o temperatură diferită de 0K. Cu cât temperatura este mai ridicată, cu atât fenomenele devin mai complexe, iar energiile implicate sunt mai mari. La temperatura mediului ambiant, radiația electromagnetică rezultă în urma proceselor de tranziție ale electronilor între niveluri energetice diferite (radiație în domeniul ultraviolet și vizibil) și ale moleculelor între niveluri de vibrație sau rotație diferite (radiație în domeniile infraroșu și microunde) .

Conform regulilor mecanicii cuantice, electronii din structura atomului ocupă niveluri energetice bine definite; salturile între niveluri sunt permise conform unor reguli de selecție bazate pe ipoteza că energia necesară tranzițiilor este cuantificată. În mod similar, la nivelul moleculelor, trecerea de la un nivel de vibrație sau rotație la altul, inferior sau superior, este condiționată de emisia sau absorbția unei cantități de energie cuantificate.

Radiația electromagnetică are o natură duală, corpuscular - ondulatorie.

La baza teoriei corpusculare stă conceptul de foton. Energia care însoțește emisia sau absorbția unui foton este, conform legii lui Planck:

$$E = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = hc\bar{\nu} \quad (1.1)$$

unde :

h = constanta lui Planck ($h = 6,6256 \cdot 10^{-34}$ J· s);

ν = frecvența radiației [Hz];

c = viteza luminii în vid ($c \cong 3 \cdot 10^8$ m/s);

λ = lungimea de undă a radiației [nm];

$\bar{\nu}$ = numărul de undă al radiației [m^{-1}].

Intre mărimile ce caracterizează radiația există relația:

$$v = \frac{c}{\lambda} = c\bar{\nu} \quad (1.2.)$$

Se observă că energia radiației este direct proporțională cu frecvența sa.

Teoria corpusculară este utilizată în special pentru a explica fenomenele la care participă un număr mic de fotoni; ea se aplică de exemplu, pentru a descrie interacțiunea radiației cu materia. Din punct de vedere corpuscular, lungimea de undă reprezintă distanța medie dintre fotoni.

Teoria ondulatorie, bazată pe conceptul de undă transversală, este aplicată cu rezultate bune atunci când procesele discutate implică un număr foarte mare de fotoni (fenomenele de interferență, difracție, polarizare). Lungimea de undă reprezintă distanța dintre punctele în care vectorii electric și respectiv magnetic, ating valori maxime (în câmpul electromagnetic, vectorii electric și magnetic oscilează în două plane perpendiculare).

Pe întreg spectrul de frecvențe, radiația electromagnetică este caracterizată de aceleași mărimi fizice și se supune legii lui PLANK. Totuși, se face o împărțire formală a spectrului pe regiuni, criteriul de împărțire fiind modul practic (experimental) de obținere și detectare a radiației, precum și efectul acesteia asupra materiei.

În tabelul 1.1 se prezintă regiunile din spectrul electromagnetic și valorile aproximative ale limitelor de frecvențe admise pentru acestea.

Tabelul1.1

Denumirea regiunii din spectru	Lungimi de undă la limitele domeniului	UM	Frecvențe la limitele domeniului [Hz]
Raze γ	-		$>10^{20}$
Raze x	$10^{-2} - 10^2$	Å	$10^{20} - 10^{16}$
Ultraviolet îndepărtat (FUV)	10 - 200	nm	$10^{16} - 10^{15}$
Ultraviolet apropiat (NUV)	200 - 400	nm	$10^{15} - 7,5 \cdot 10^{14}$
Vizibil (VIS)	380 - 780	nm	$7,9 \cdot 10^{14} - 3,8 \cdot 10^{14}$
Infraroșu apropiat (NIR)	0,75 - 2,5	μm	$4 \cdot 10^{14} - 1,2 \cdot 10^{14}$
Infraroșu mediu (MIR)	2,5 - 50	μm	$1,2 \cdot 10^{14} - 6 \cdot 10^{12}$
Infraroșu îndepărtat (FIR)	50 - 1000	μm	$6 \cdot 10^{12} - 10^{11}$
Microunde (MW)	0,1 - 100	cm	$10^{11} - 10^8$
Unde radio	1 - 100	m	$10^8 - 10^5$

Lumina cu o lungime de undă bine precizată se numește monocromatică.

Prin descompunerea unei radiații policromatice se obține spectrul acesteia, format din

radiațiile monocromatice componente.

Studiul radiației electromagnetice și a interacțiunii acesteia cu materia a condus la dezvoltarea următoarelor ramuri ale fizicii:

- **Radiometria** (sau fotometria energetică) - măsoară caracteristicile energetice ale radiației electromagnetice;
- **Fotometria** - măsoară caracteristicile energetice ale radiației în domeniul vizibil;
- **Spectroscopia, spectrometria și spectrofotometria** - studiază interacțiunea dintre materie și radiația electromagnetică;
- **Colorimetria** - măsoară culorile pe baza proprietăților ochiului și pe baza unor convenții.

1.1.2. Domeniul vizibil și culorile

Ochiul uman sesizează radiația electromagnetică într-un domeniu foarte îngust, numit domeniul vizibil, domeniul cuprins, convențional, între 380 nm și 780 nm. În acest domeniu, radiația electromagnetică se mai numește și lumină. Radiațiile de diverse frecvențe și combinațiile lor sunt percepute de ochi ca senzații de culoare.

Definirea noțiunii de culoare și analiza proprietăților acesteia, au reprezentat un subiect abordat atât de fizicieni, chimiști, ingineri cât și de psihologi, medici, artiști, etc. Există o bogată literatură, care, prin prisma unor ipoteze și metodologii specifice unor domenii diferite, încearcă să surprindă elementele definitorii esențiale, pe cât posibil în termeni științifici, lipsiți de ambiguități, ale culorilor. Acestea, pe lângă aspectele proprii fizicii, au suscitât interes și au generat teorii în domeniile psihologiei sau filozofiei, probabil datorită “aurei mistice a culorilor”, pe care o remarcă Georg REISCH, în 1496.

În efortul de a clarifica probeleme legate de culoare, deși s-a scris mult, istoria a menținut câteva nume și lucrări, printre care se amintesc:

- Isaac NEWTON (1653-1727) – Tratat despre reflexiile, refracțiile și culorile luminii, 1704 [D₉];
- Johann Heindrich LAMBERT (1728-1777) - Cele mai remarcabile proprietăți ale drumului luminii, 1759, - Fotometria, 1760;
- Arthur SCHOPENHAUER (1788-1860) – Tratatul despre culori;
- Herman von HELMHOLZ (1821-1899) – Manual de optică fiziologică, 1856, - Optică și pictură, 1878;
- Wilhelm OSWALD (1853-1932) – Teoria matematică, fizică, chimică, fiziologică și psihologică a culorilor.

Percepția culorilor sau a spectrului cromatic vizibil, are un puternic caracter subiectiv. Senzația de culoare este determinată de trei factori:

1. Calitatea și performanțele analizorului vizual;
2. Cantitatea și calitatea fluxului luminos;
3. Modul de obținere a culorilor (aditiv sau substractiv).

Prima experiență științifică, prin care se pune în evidență compoziția spectrală a luminii albe, este atribuită lui NEWTON, care a prezentat-o în 1672 la Societatea regală de științe din Londra.

Se presupune un fascicul de lumină solară (albă) care trece printr-o fantă dreptunghiulară și cade pe o prisma din sticlă optică (fig. 1.1). Datorită fenomenului de dispersie, exprimat prin dependența indicelui de refracție al mediului optic de lungimea de undă a radiației luminoase. Lumina albă este descompusă în componentele sale monocromatice, astfel încât, pe un ecran plasat în urma prisme, se poate vizualiza spectrul cromatic, numit de NEWTON "spectru solar"

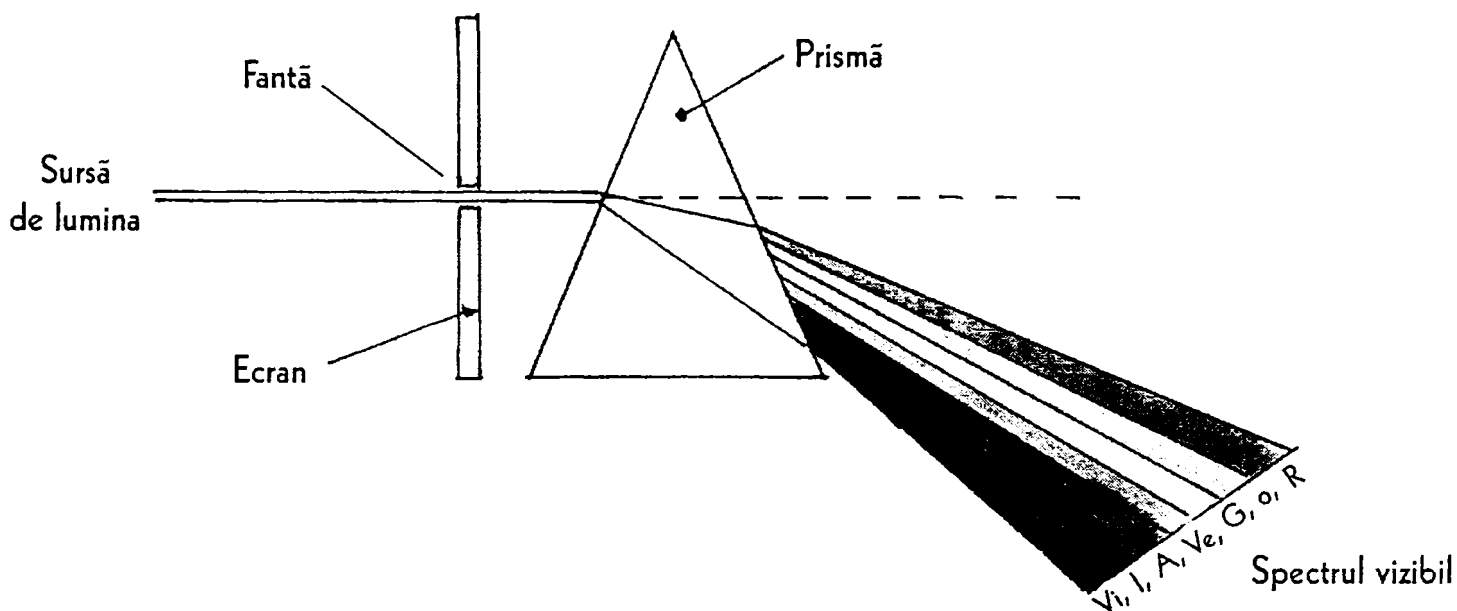


Fig.1.1

Prin descompunerea luminii albe rezultă, teoretic, o infinitate de tonuri cromatice. Din acest spectru continuu, ochiul distinge șapte domenii diferite. Prima menționare a celor șapte domenii cromatice aparține stareșului Georg REISCH, în Margarita filosofica (Heidelberg, 1496).

Aceste domenii sunt asociate celor șapte culori. Ordinea culorilor și domeniile de lungimi corespunzătoare sunt redată în fig 1.2

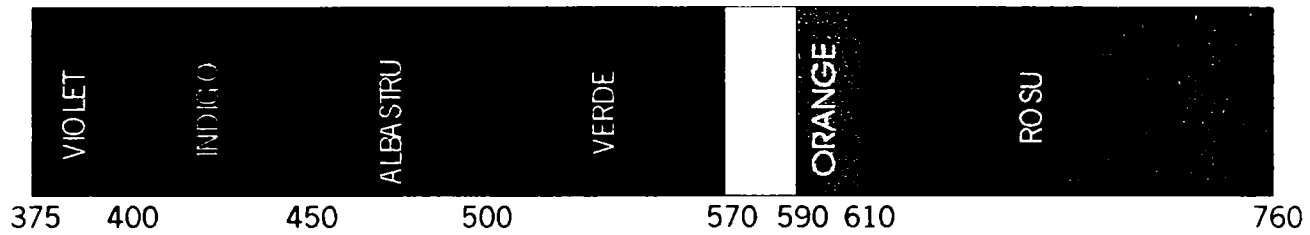


Fig.1.2

Cercetări întreprinse de autor, pentru teoria psihocromatică, care au pornit de la refacerea experienței lui NEWTON, au avut la bază imagini fotografice ca și cea prezentată în figura 1.3.



Fig.1.3

Unii observatori, subiecți ai cercetărilor întreprinse de autor, percep limitele domeniului vizibil între radiația ultravioletă ($\lambda < 380$ nm) și radiația infraroșie ($\lambda > 780$ nm). Alți observatori percep însă, și lungimi de undă mai mici decât 380 nm (culorile descrise fiind violet sau albastru) sau mai mari decât 780 nm (culorile descrise fiind orange) [M1].

În privința limitelor domeniilor de culoare nu există o concordanță perfectă între părerile cercetătorilor. În figura 1.4, respectiv tabelul 1.2 sunt redată domeniile, respectiv valorile medii ale lungimilor de undă corespunzătoare celor șapte culori de bază, așa cum au fost obținute, la momente diferite ale istoriei culorii, de diverși autori. Pe ultima coloană sunt incluse rezultatele obținute de autor, în urma măsurărilor efectuate.

Tabelul1.2

DENUMIRE TON CROMATIC Anul publicării	FRESNEL / 1815	ROOD / 1813-1902	ABNEY / 1913	PURDY / 1931	ITTEN / 1961	WRIGHT / 1964	ALBU / 1967	GERICKE / 1973	HAVEL / 1974	CIOFU / 1978	MOGA / 1878	AGOSTON / 1979	MIHĂIESCU / 1980	ARNOLD / 1981	MUREȘAN / 1987	FLEIIRY / 1988	LEVY / 1988	LIEURY / 1990	WODSON / 1992	PILE / 1994
violet	410	406	446	440	410	420	417	420	406	415	400	405	420	430	420	410	390	450	430	415
Avi (INDIGO)	445	438	455		455		447			465	450	447	445	460		440	420			
ALBASTRU	480	473	482	470	470	470	480	480	473	495	475	473	480	469	480	470		500	476	465
Ave		508	506	505					495	530		487		486		500	500			
verde	515	527	547	525	510	535	532	510	527	565	535	514	515	503	562	530		530	515	510
Gv	545			557					566			564		549		560	570			
GALBEN	575	581	585	575	565	580	570	580	581	582	580	577	560	573	582	580		580	582	565
Go		588							589					589		590	590			
orange	600	597	606	592	615	600	605	630	597	605	600	590	605		605	600	600	600	596	615
Ro		621		620					627					597		610	620			
ROȘU	690	700	620		700	655	707	700	700	710	655	640	690	627	690	650	700	700	626	675
Rvi																780	780			

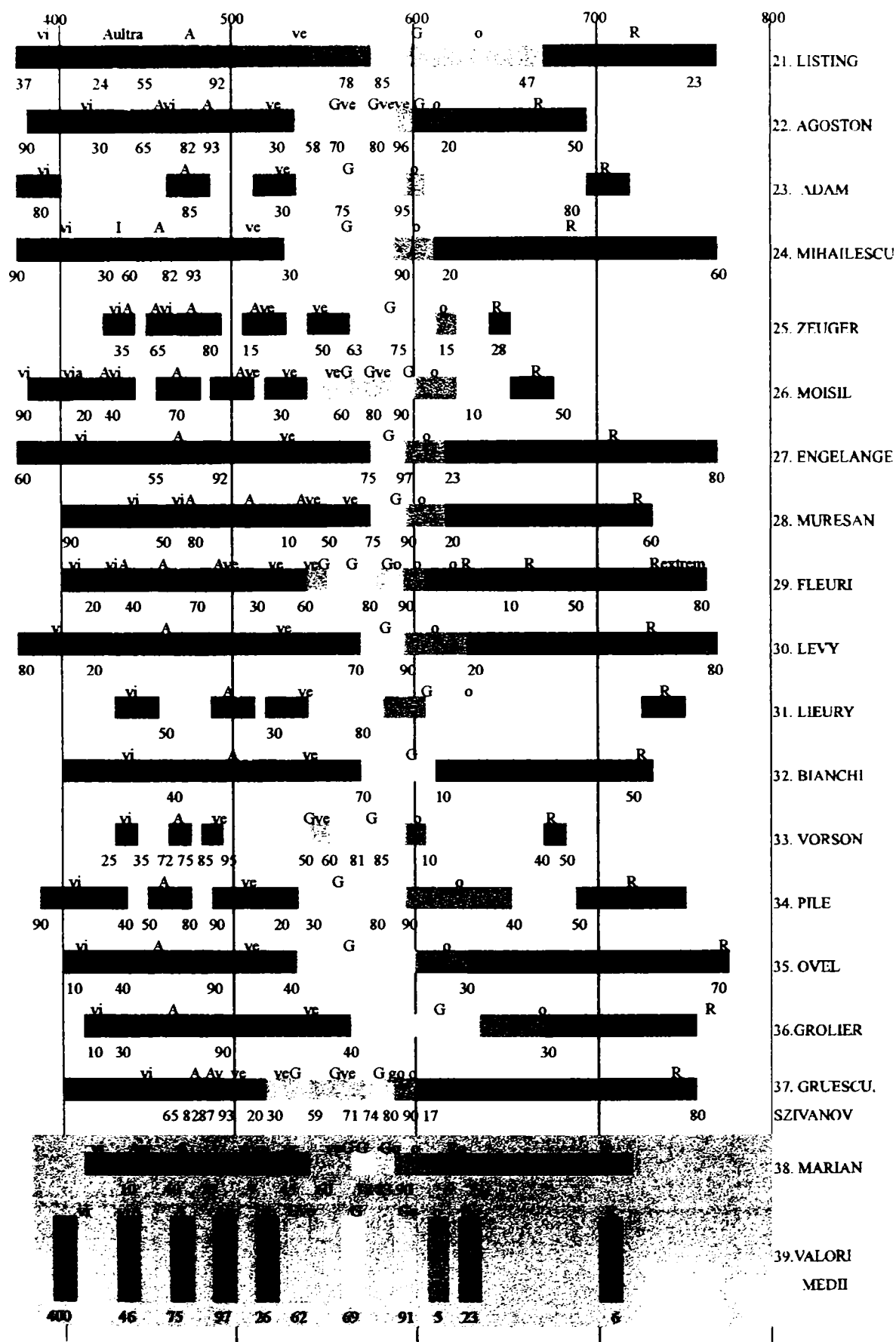


Fig.1.4 continuare

Analizând datele prezentate, se observă că apar diferențe semnificative în asocierea culoare – lungime de undă, percepută de diverși autori. Acestea trebuie puse în seama faptului că observațiile au fost făcute în condiții diferite. Autorii precizează în mică măsură

sau de loc circumstanțele concrete ale observării: surse de lumină și aparate utilizate, caracteristicile operatorului care a efectuat măsurările (vârstă, sex, naționalitate etc). Se impune prin urmare observația potrivit căreia pentru a determina date cu caracter de standard, apelate insistent pe plan internațional, ar fi necesară stabilirea unor condiții normate de prelevare a acestora.

Acest studiu amplu și complet asupra domeniului vizibil impune formularea unor concluzii :

* datele pe care autorul le-a avut la dispoziție provin din surse bibliografice dintre cele mai diferite.

* valorile obținute și publicate sunt diferite de la un autor la altul.

* experiența autorului este expusă la poziția 38.

* în finalul capitolului autorul realizează un calcul specific și pune în evidență MEDIA ARITMETICĂ a tuturor valorilor publicate de cei aproape patruzeci de autori.

* aceste valori medii ale principalelor culori ale spectrului cromatic au stat la baza alcătuirii SISTEMULUI CROMATIC ROMÂNESC (S.C.R.).

Dacă definirea domeniilor de culoare se dovedește a fi dificilă, atunci stabilirea tonurilor cromatice devine și mai greu de realizat.

S-au făcut numeroase investigații pentru a determina numărul de tonuri cromatice pe care le percepe ochiul. Diverși autori indică pentru acestea valori care se află într-o gamă foarte largă, cuprinsă între 74 și 1400, așa cum rezultă și din tabelul 1.3.

Tabelul 1.3

	SURSA BIBLIOGRAFICĂ									
	Axis	Constantin P.	Arnheim	Mureșan	Moisil	Piquet	Bielusici	Freeman	Chandler	Marian
TONURI CROMATICE	1400	300	160	330	300	78	160	117	74	96
TONURI ACROMATICE	300	-	-	-	-	-	-	700	214	17
TOTAL TONURI	1700	17000	-	-	-	-	-	817	288	1737

Din cercetările și experiența autorului [M₁₃], numărul de tonuri cromatice care poate fi perceput distinct, de un ochi normal este de 96. Peste acest număr, tonurile interferează, creând un continuum de culoare, în care ochiul nu mai percepe distinct.

În capitolul 6 tabelele 6.5 și 6.7. sunt prezentate în detaliu, modalitățile de calcul al numărului de tonuri cromatice și acromatice dintr-un sistem de culori.

O dificultate suplimentară rezidă în faptul că ar fi necesară atribuirea unei denumiri pentru fiecare dintre aceste culori. O soluție practică, în acest sens, ar fi codificarea culorilor printr-un sistem alfanumeric.

Dacă numărul tonurilor cromatice lasă loc deschis discuțiilor, există o observație

certă, general acceptată: indiferent de intensitatea luminoasă, trei lungimi de undă produc, totdeauna, o senzație de culoare constantă. Tonurile se modifică în toate celelalte situații. Aceste lungimi de undă sunt denumite *invariabile cromatice* și sunt considerate lungimi de undă de maximă sensibilitate (fig. 1.5).

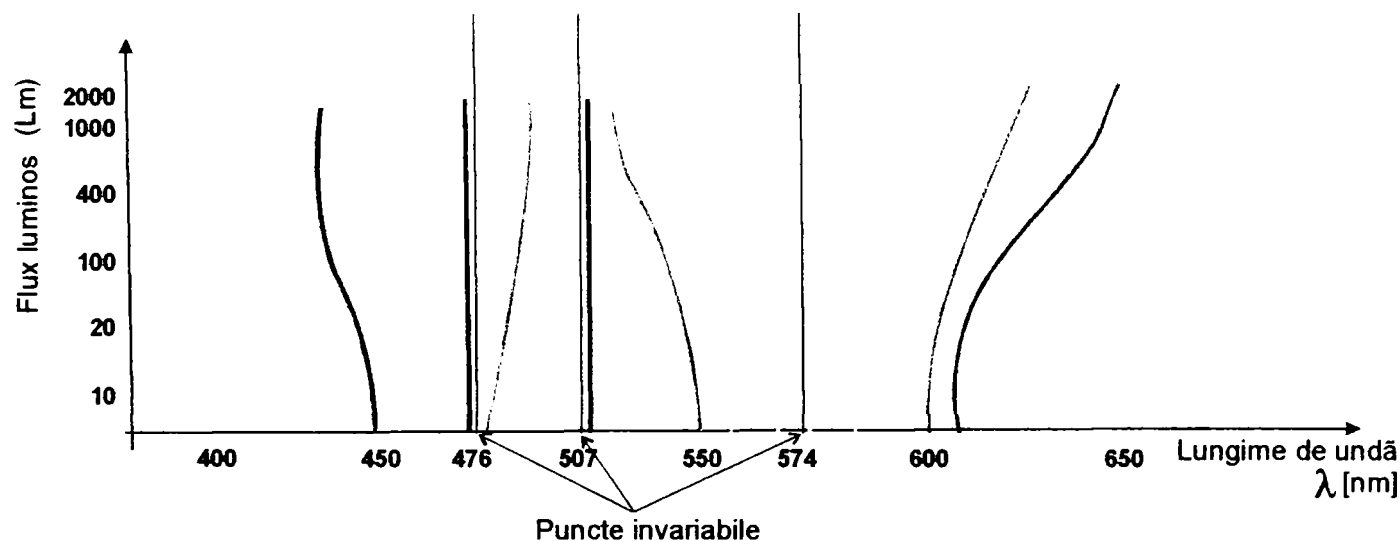


Fig. 1.5

1.2. Considerații privind caracteristicile fizice și fiziologice ale ochiului uman

1.2.1. Anatomia ochiului uman

Receptorul natural al luminii și, respectiv al culorilor este ochiul.

Caracteristicile ochiului observatorului mediu (normal) sunt stabilite prin studii statistice efectuate asupra unui număr mare de subiecți [C₃, C₁₀].

Ochiul conține elementele optice necesare formării imaginii și un organ de receptare propriu-zisă. Nervul optic transmite informația spre prelucrare sistemului nervos central.

În procesul vederii intervin o serie de factori fiziologici și psihologici care influențează percepția vizuală și imprimă un caracter subiectiv psiho – fiziologic, percepției imaginii.

Din punct de vedere anatomic, ochiul este un organ complex, capabil să sesizeze lumina sub aspecte multiple, calitative și cantitative.

Sub aspect optic, ochiul este un sistem compus, centrat și convergent, de formă aproximativ sferică.

În figura 1.6 sunt figurate schematic principalele elemente care contribuie la formarea imaginilor.

Fig. 1.6

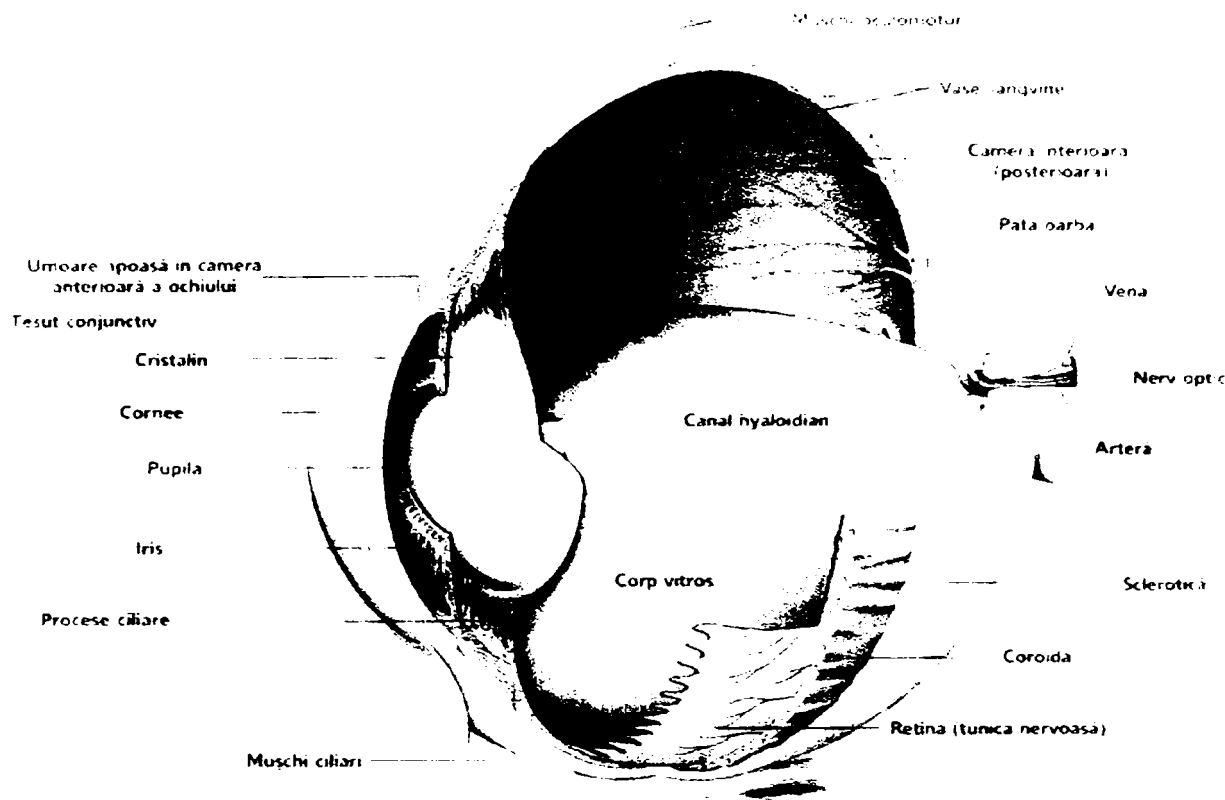
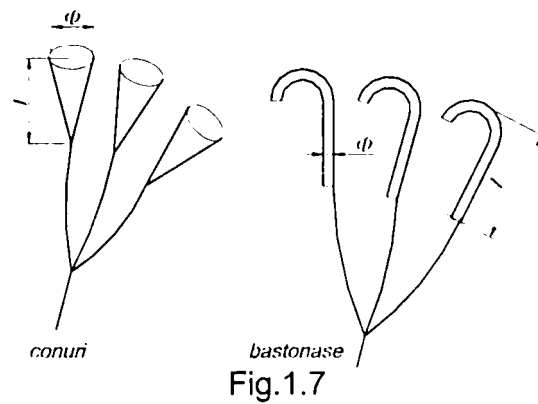


Fig.1.6

Componentele cu putere de refracție sunt: corneea ($n=1.3671$), umoarea apoasă ($n=1.3364$), cristalinul ($n=1.36...1.42$) și umoarea vitroasă ($n=1.3385$). Cel mai important element în formarea imaginilor este cristalinul, care se prezintă sub forma unei lentile convergente biconvexe, având razele de aproximativ 6 și respectiv 10 mm și grosimea de cca 3.6 mm.

Cristalinul are indice de refracție variabil, descrescător de la axa optică (1,42) spre margine (1,36), pentru a compensa aberația sferică pe care orice componentă optică singulară o introduce într-un sistem. Calitatea care deosebește cristalinul de celelalte elemente din construcția ochiului, este aceea că își poate varia curbura, astfel încât să fie asigurată formarea imaginilor pe retină, indiferent de distanța la care se găsește obiectul vizat. Modificările de formă ale cristalinului se realizează prin acțiunea mușchilor ciliari, de care este legat. În partea anterioară, acești mușchi sunt cunoscuți sub denumirea de iris, care are o culoare caracteristică pentru fiecare individ și a cărei deschidere variabilă reprezintă pupila.

Componenta care receptează efectiv stimulul luminos și care este o prelungire a nervului optic, este retina (un receptor fotochimic). Elementele fotosensibile propriu-zise care o compun sunt de două categorii, diferite numeric și ca distribuție pe suprafața retinei. Perceperea detaliilor și a culorilor se realizează cu ajutorul celulelor denumite conuri (fig.1.7). Acestea se leagă câte 2-3 la o terminație nervoasă, care se alătură altor terminații formând nervul optic, cu ieșirea din globul ocular în partea inferioară axei optice.



Retina conține aproximativ 7 milioane de conuri ($\Phi \cong 5\mu\text{m}$, $l \cong 33\mu\text{m}$) distribuite neuniform pe retină. Conurile sunt grupate mai ales în partea centrală a retinei, în foveea centralis – o adâncitură cu diametrul de (0.2...0.4)mm, conținând aproximativ 4000 conuri- și în pata galbenă, care înconjoară foveea centralis – având diametrul de 1.5 mm și conținând aproximativ 13000 conuri. Foveea centralis, ca zonă de sensibilitate maximă, nu se află exact pe axa optică, ci deasupra acesteia, într-un punct care, unit cu centrul optic al ochiului, determină axa vizuală. Între axa opto-geometrică a ochiului și axa vizuală se măsoară un unghi de ($4^\circ \dots 8^\circ$), de la individ la individ. Aglomerarea retiniană centrală a conurilor, care sunt funcționale în vederea de zi, corespunde deschiderii mici a pupilei în prezența fluxului luminos diurn, care este puternic.

Bastonașele ($\Phi \cong 1.5\mu\text{m}$, $l \cong 70\mu\text{m}$) servesc vederii nocturne și sunt sensibile numai la componenta fotometrică a luminii, ele sesizând numai fluxul luminos, nu și culorile (fig.1.7). Distribuția lor în zona extraaxială, spre marginea retinei, numită ora serata, corespunde deschiderii mari a pupilei la fluxuri luminoase reduse.

În locul unde fibrele nervoase se strâng în mănunchi formând nervul optic, pe retină nu există celule fotosensibile. Zona se numește pata oarbă.

Pe fața anterioară a corneei se află o conjunctivă corneeană de protecție, dar care, fiind traversată de lumină este importantă și ca element de refracție ($n=1.3520$). În partea posterioară a ochiului conjunctiva corneeană se transformă în membrana seroasă. În mod similar, corneea transparentă se transformă în sclerotică, o membrană care în spatele retinei este de culoare neagră și care, împreună cu membrana seroasă îmbracă nervul optic, protejându-l.

Între corneea și cristalin se află umoarea apoasă, iar între cristalin și retină, umoarea vitroasă (sau sticloasă).

Din punct de vedere optic, elementele de referință ale ochiului au valori medii așa cum rezultă din figura 1.8.

Puterea optică totală a ochiului, luând în considerare toate elementele cu putere de refracție, este de aproximativ 60 dioptrii.

Punctele principale H și H' sunt separate doar de câteva zecimi de mm, astfel încât

se consideră practic confundate și se află în apropierea suprafeței interioare a corneei. Punctele nodale N și N', de asemenea practic suprapuse, sunt plasate foarte aproape de suprafața interioară a cristalinului și au primit denumirea de centru optic al ochiului. Acesta se află la aproximativ 5 mm față de centrul geometric C, al acestuia.

Sistemul optic convergent al ochiului formează imagini reale ale obiectelor situate teoretic la abscise cuprinse între $(-\infty, \bar{f})$; practic, domeniul obiect este ceva mai redus.

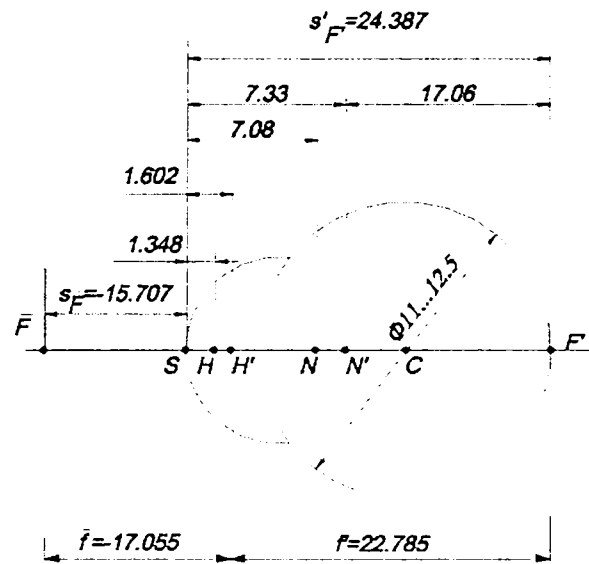


Fig.1.8

Imaginile formate pe retină sunt răsturnate. Impresia de imagine dreaptă rezultă în urma prelucrării informației preluate de ochi și transmise la nivelul sistemului nervos central.

În figura 1.9, se poate urmări schema procesului de transformare a impulsului luminos în semnal electric și transmiterea acestuia spre creier.

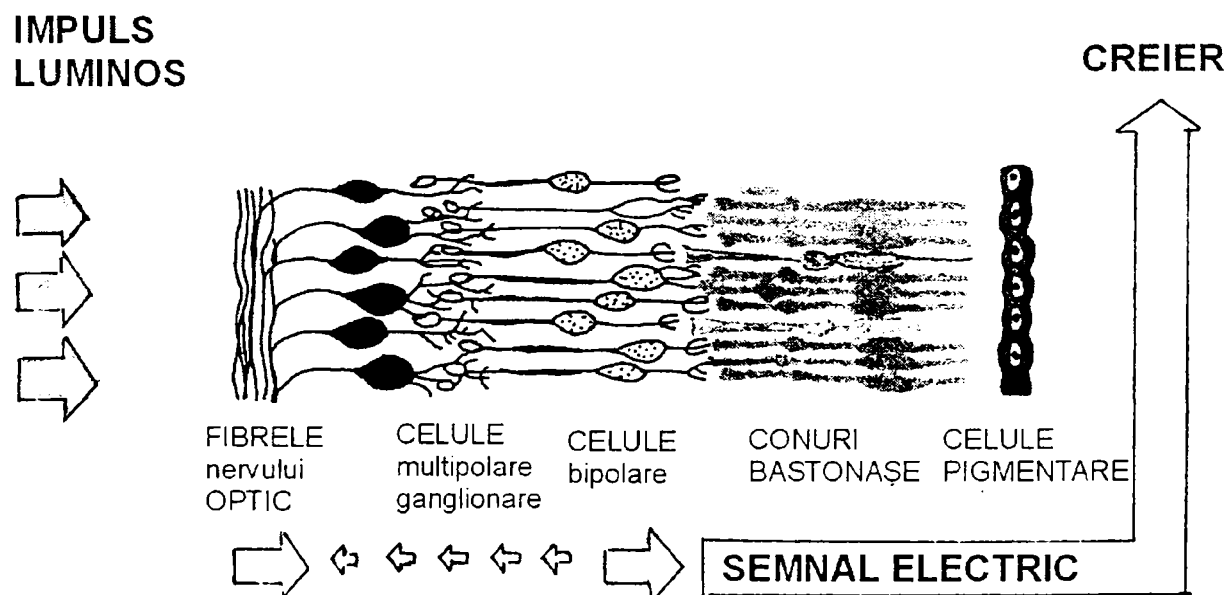


Fig. 1.9

1.2.2. Fiziologia ochiului

Capacitatea ochiului de a percepe caracteristici diverse și variabile ale stimulilor luminoși face obiectul fiziologiei, care descrie și explică mecanismele prin care se realizează percepția vizuală.

- **Acomodarea**

Acomodarea ochiului desemnează totalitatea proceselor care concură la asigurarea formării imaginii pe retină (pentru vedere clară), indiferent de distanța la care este plasat obiectul. Acomodarea se realizează prin varierea curburilor cristalinului la acțiunea reflexă a mușchilor ciliari și prin modificarea indicilor de refracție. Schimbările care au loc sunt în sensul creșterii convergenței ochiului.

Punctul cel mai îndepărtat care poate fi văzut clar se numește remotum (R) și corespunde puterii minime a ochiului. Punctul cel mai apropiat care poate fi văzut clar se numește proximum (P) și corespunde puterii maxime a ochiului.

Pentru ochiul normal, numit și emetrop, punctul proximum se află la infinit, iar punctul proximum la aproximativ 250 mm.

Abscisele obiect ale punctelor proximum și remotum se numesc distanța minimă, respectiv maximă a vederii clare.

Teoretic, amplitudinea de acomodare A, va fi:

$$A = \frac{1}{s_R} - \frac{1}{s_P} = \frac{1}{0.250} - \frac{1}{\infty} = 4 \text{ [dpt]}. \quad (1.2)$$

Practic, amplitudinea de acomodare este dependentă de vârstă (fig.1.10). Experimental, se constată că această capacitate este maximă la vârsta copilăriei (la 10 ani-aproximativ 12dpt.) și scade mult la vârstnici (la 60 ani-aproximativ 1dpt.).

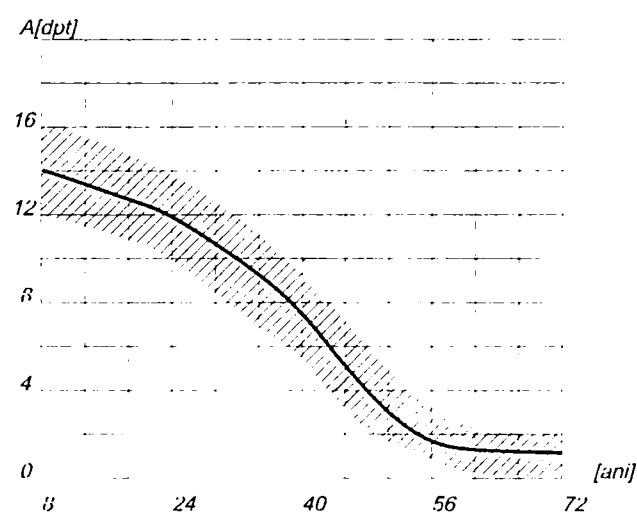


Fig.1.10

La ochiul cu defecte, numit și ametrop, punctele proximum sau remotum se află la

distanțe care diferă de cele convenționale stabilite pentru observatorul etalon cu ochi normal. În aceste cazuri, amplitudinea de acomodare înregistrează aluri total diferite.

- **Adaptarea**

Prin adaptare, ochiul își îndeplinește funcția de percepție a luminii la fluxuri variabile. Cu alte cuvinte, face posibilă atât vederea în lumină puternică, cât și în lumină slabă. Din acest punct de vedere, ochiul reprezintă un receptor foarte performant, având un domeniu de sensibilitate foarte larg. Astfel, raportul dintre fluxul luminos maxim, corespunzător pragului de durere și fluxul luminos minim care mai poate fi perceput este de aproximativ 10^{16} , ceea ce nici un receptor fizic nu a realizat încă.

Adaptarea se face prin două mecanisme: unul mecanic și unul fiziologic. Calea mecanică are în vedere ca la variații de flux luminos să se producă modificări ale deschiderii pupilei, prin acțiunea irisului, respectiv a mușchilor ciliari. Diametrul pupilei variază în mod normal între 2 și 8 mm. Pierderea elasticității acestor mușchi, determină la vârstnici o scădere a domeniului de variație, ajungându-se la un moment dat la o valoare cvasiconstantă de 2 mm.

Fiziologic, adaptarea se realizează prin modificarea sensibilității celulelor fotosensibile din retină.

Adaptarea nu este un proces instantaneu. Din momentul în care ochiul primește un semnal luminos de o lungime temporală dată, preluarea acestei informații parcurge mai multe etape: o perioadă în care semnalul crește de la zero la valoarea de regim (~0.1 secunde), faza constantă de adaptare, funcțională până la încetarea semnalului, o fază de persistență după încetarea semnalului (0.1...0.15)secunde și faza de dispariție a impresiei luminoase (~0.2 secunde). Existența fazei de persistență a făcut posibilă utilizarea surselor intermitente (în curent alternativ) și dezvoltarea aplicațiilor din stroboscopie și cinematografie. Această fază de persistență permite ca, la întreruperi suficient de scurte ale fluxului stimului, impresia să fie de iluminare continuă.

- **Sensibilitatea spectrală**

Ochiul prezintă o anumită sensibilitate spectrală, ceea ce face ca percepția culorilor din spectru să fie inegală. Două fluxuri egale de lumină monocromatică cu lungime de undă diferită, sunt percepute de ochi ca având luminozități diferite.

Din punct de vedere al mărimii fluxului luminos se disting vederea diurnă (de zi sau fotică) și crepusculară (de seară sau scotică).

În legătură cu sensibilitatea spectrală a ochiului, se definește eficacitatea luminoasă spectrală relativă. Ochiul observatorului etalon prezintă sensibilitatea maximă pentru lungimea de undă de 555 nm, vizibilitatea scăzând la dreapta și la stânga acestei valori și atingând valoarea zero pentru lungimile de undă de aproximativ 380 nm și 780 nm.

Eficacitatea luminoasă spectrală relativă k_{λ} , reprezintă inversul fluxului de radiație de

lungime de undă oarecare λ , necesar pentru a produce o senzație de luminozitate dată.

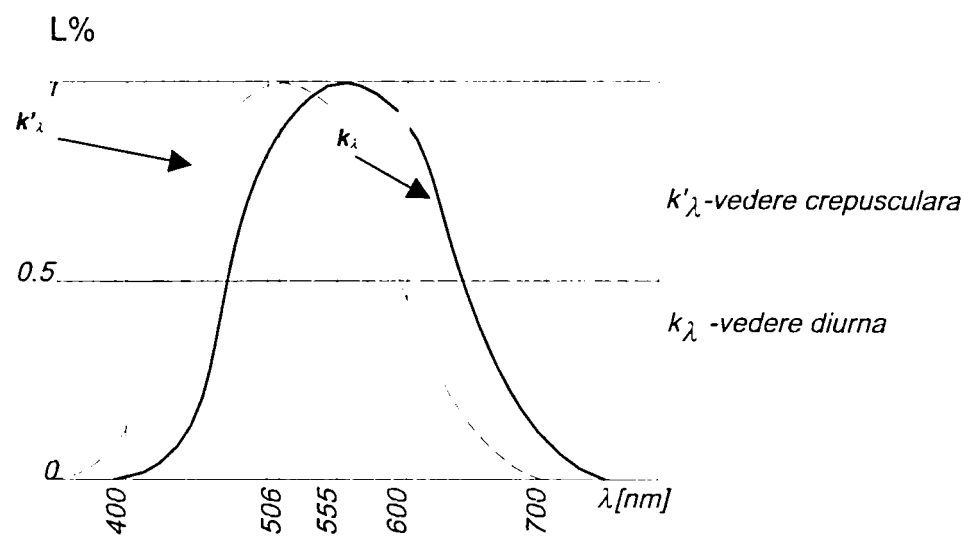


Fig.1.11

Curba k_λ se reprezintă la scară arbitrară, cu maximul normat la valoarea 1, pentru lungimea de undă $\lambda = 555$ nm, la care ochiul are sensibilitatea maximă (în vederea diurnă).

Curba k'_λ este deplasată, cu maximul pentru $\lambda = 506$ nm în vederea crepusculară (fig.1.11).

În vederea de noapte ochiul nu sesizează decât caracteristica fotometrică a luminii (luminanța), pe când în vederea de zi sunt sesizate atât luminanța radiației, cât și culoarea (caracterizată prin două coordonate, a treia fiind determinată implicit). Se spune că vederea nocturnă este univariantă, iar cea diurnă trivariantă [C₃].

Perceperea culorilor este pusă pe seama conurilor, care se găsesc pe retină. Deși teoria nu este total confirmată, Young susține existența a trei tipuri de conuri, fiecare categorie fiind sensibilă la una dintre cele trei culori fundamentale. Anomaliile de percepție a culorii își găsesc explicație în această ipoteză; astfel, daltoniștii sau dicromații posedă numai celule sensibile la două culori fundamentale, iar monocromații sau acromații numai la una.

Pragul diferențial care se poate defini drept tentă reprezintă cea mai mică variație de lungime de undă pentru care ochiul percepe diferență de nuanță. Acest prag se încadrează în intervalul $\Delta\lambda = (1...6)$ nm. Sensibilitatea maximă se află la mijlocul spectrului, în culorile galben-verde și scăzând de câteva ori spre marginile acestuia, la albastru și roșu. Pragul diferențial de tentă este mai mic pentru culorile saturate și crește pe măsură ce culorile de probă se desaturează.

- **Rezoluția cromatică a ochiului**

Rezoluția sau puterea de separare a ochiului se definește ca fiind unghiul minim sub care două puncte apropiate mai pot fi percepute distinct.

Rezoluția depinde foarte mult de forma obiectelor, de culoarea și contrastul lor față de fondul pe care se află. De exemplu, în textele scrise, literele se văd până la un unghi de

60"-70", liniile vernierelor se disting chiar sub unghiuri până la 5". Un punct negru pe fond alb strălucitor nu se mai poate percepe sub 30", pe când un punct alb pe fond negru practic nu are limită de rezoluție dacă strălucirea lui este suficientă pentru a impresiona retina.

- **Vederea stereoscopică**

Ochiul este înzestrat cu capacitatea de a percepe imagini stereoscopice (tridimensionale)

Pentru ca imaginea unui obiect să fie percepută, este necesar ca ochii să se rotească, astfel încât axele lor să fie convergente pe obiectul vizat. Fiecare ochi formează pe retina sa imaginea bidimensională a obiectului. Datorită poziției diferite a ochilor relativ la obiect, cele două imagini nu sunt identice. Impresia de imagine unică rezultă numai după prelucrarea imaginilor la nivel cerebral. Unghiul α , sub care se vede obiectul se numește paralaxă stereoscopică (fig.1.12).

Pentru o distanță pupilară medie de 65 mm și pentru distanța minimă a vederii clare de 250 mm, rezultă o paralaxă stereoscopică maximă de aproximativ 15°. Pentru obiecte prea apropiate, la care $\alpha > 15^\circ$, punctul obiect se vede dublu.

Se observă că locul geometric al punctelor de egală paralaxă este un cerc, care trece prin centrele de rotație ale ochilor. Distanța L se numește rază a vederii stereoscopice.

Pentru corpuri tridimensionale, punctele obiect se află la abscise diferite față de ochi și se văd sub paralaxe stereoscopice diferite (de exemplu, punctele A și A_1 , respectiv unghiurile α și α_1 din fig. 1.12).

Diferența paralaxelor stereoscopice $\alpha - \alpha_1$ este interpretată ca profunzime dacă depășește o valoare de prag de (5"...15"), numită acuitate stereoscopică.

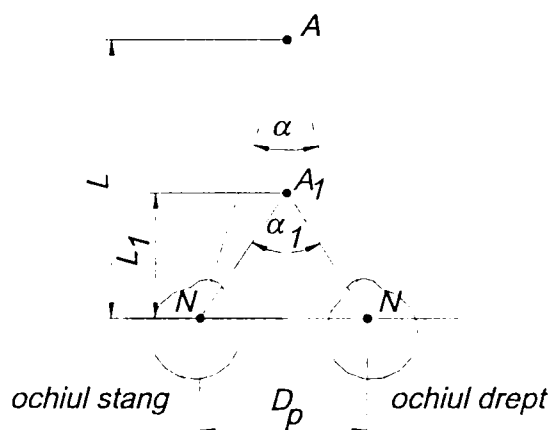


Fig.1.12

Rezultă că vederea tridimensională implică simultan diferența de perspectivă a ochilor, prin paralaxa stereoscopică (aspectul static al vederii binoculare) și variații succesive de convergență, prin paralaxe stereoscopice diferite de la plan la plan (aspectul dinamic al vederii binoculare).

Distanța maximă până la care observatorul are senzația de relief se numește raza

maximă a vederii stereoscopice, iar diferența minimă între două puncte obiect care mai pot fi percepute ca aparținând unor plane diferite, se numește prag al vederii stereoscopice și este o măsură a profunzimii câmpului. Cele două mărimi variază în același sens și depind de distanța la care este plasat obiectul, respectiv de paralaxa stereoscopică.

Raza maximă a vederii stereoscopice, la o acuitate stereoscopică de 5" este de cca. 2700 m, dar pragul vederii stereoscopice este aproximativ jumătate din această distanță. În mod obișnuit, pentru observatorul cu ochi normal, raza maximă a vederii stereoscopice se află în jurul valorii de 600 m, la o profunzime acceptabilă de câțiva metri. La distanța minimă a vederii clare profunzimea obiecta ochiului este de aproximativ 0.1 mm.

În cazul ochiului cu defecte de vedere aceste date se schimbă mult, până la imposibilitatea percepției tridimensionale.

1.3. Elemente de colorimetrie

1.3.1. Coordonate psihologice de culoare

Colorimetria reprezintă un capitol al opticii de factură exclusiv vizuală, fiind legată direct, ca și fotometria, de sensibilitatea spectrală a ochiului. Caracterul psihologic, puternic subiectiv, provine din faptul că senzația oricărei culori poate fi produsă de o infinitate de distribuții spectrale. Cu alte cuvinte, dacă lumina compusă din radiații de anumite lungimi de undă crează observatorului cu ochi normal o anumită senzație de culoare, aceeași senzație de culoare poate fi obținută și cu alte combinații de radiații, de alte lungimi de undă. Ca urmare, în studiul culorilor, trebuie luat în considerare aspectul psihologic, conform căruia senzația de culoare nu depinde de distribuția spectrală. Analiza psihologică a culorii are la bază cele patru legi ale lui Grassmann, enunțate astfel:

- Ochiul uman distinge trei atribute ale culorii: **ton cromatic, strălucirea și saturația;**
- Dacă într-un amestec de două culori inegale raportul dintre ele se modifică, atunci culoarea rezultantă se schimbă;
- Culoarea obținută prin amestecul a două culori este aceeași indiferent de compoziția spectrală ale celor două culori din amestec
- Fluxul luminos rezultat din combinarea a două lumini este egal cu suma fluxurilor luminoase ale componentelor.

Prima lege a lui Grassmann definește cele trei caracteristici ale culorii, ceea ce permite imaginarea unui sistem de coordonate pentru reprezentarea lor intuitivă.

Nuanța (tonul sau tonalitatea cromatică) identifică poziția culorii în spectrul vizibil, dându-i totodată și denumirea.

Saturația (puritatea) caracterizează capacitatea de a aprecia intensități diferite ale

aceleiași nuanțe.

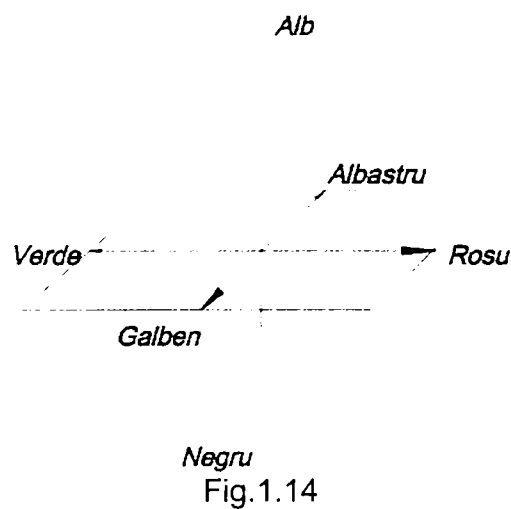
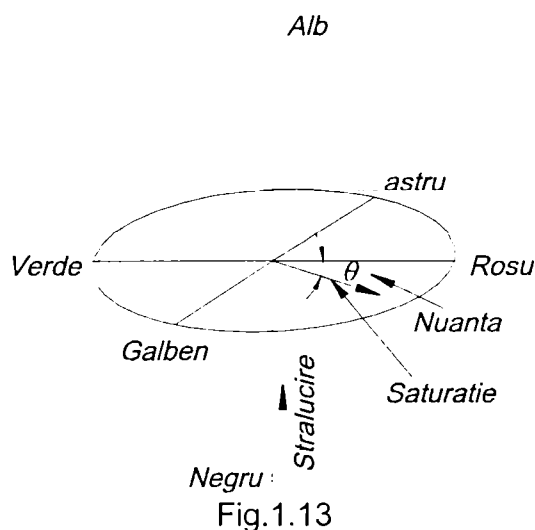
Strălucirea (luminozitatea) reflectă capacitatea ochiului de a sesiza dacă un corp emite mai multă sau mai puțină lumină. În cazul corpurilor care emit lumină, caracteristica se mai numește și luminanță, iar pentru corpuri transparente, se mai numește și claritate, fiind o măsură a transmitanței.

Cele trei coordonate psihologice de culoare stau la baza a două sisteme de apreciere a culorilor, unul cilindric și unul cartezian.

Sistemul de coordonate cilindrice (fig.1.13) măsoară strălucirea pe axa verticală, nuanța prin unghiul θ , într-un plan perpendicular pe axa strălucirii și saturația prin mărimea razei vectoriale în același plan.

În acest sistem, albul și negrul se află la extremitățile axei luminozitate, iar între acestea, punctele de pe axă definesc diferitele nuanțe de cenușiu. Culorile roșu, galben, verde și respectiv albastru se găsesc la unghiuri θ egale cu 0 , $\pi/2$, π și respectiv, $3\pi/2$. Saturația culorilor crește odată cu îndepărtarea de axă.

Sistemul de coordonate cartezian (fig.1.14) conține trei axe perpendiculare între ele: axa alb-negru, axa roșu-verde și axa albastru-galben.



În această reprezentare, culoarea de la extremitatea unei axe orizontale reprezintă complementul culorii de la extremitatea cealaltă. Axa verticală își păstrează semnificația de axă a luminozității, pe când celelalte axe definesc senzația de roșu (de la roșu prin cenușiu spre verde) și senzația de galben (de la galben prin cenușiu spre albastru). Aceste definiții se bazează pe observația că, adăugând lumină verde luminii roșii, saturația roșului scade până când în final se obține albul sau cenușiiul, ceea ce justifică denumirea verdelui ca roșu negativ. În mod similar, albastrul este galben negativ. Poziția unei culori oarecare, denumită **cromaticitate**, reprezintă de fapt poziția unui punct și poate fi exprimată funcție de senzația de roșu și de galben (în sistemul cartezian) sau de nuanță și saturație (în sistemul cilindric) și de locul corespunzător pe axa strălucirii în ambele sisteme.

1.3.2. Coordonate fizice de culoare

Senzația unei culori date, așa cum s-a arătat, se poate obține prin mai multe combinații spectrale. Cea mai simplă metodă de a obține o culoare este utilizarea unei surse de lumină monocromatică, având lungimea de undă corespunzătoare. Pentru obținerea saturației impuse se adaugă sau se extrage lumină albă în cantitatea cerută. Luminanța, dacă este necesar, poate fi de asemenea ajustată prin modificarea fluxului sursei. În cazul acestei metode de obținere a unei culori, lungimea de undă se numește **lungime de undă dominantă**, iar prin culoare se înțelege culoarea spectral pură. În acest mod s-ar putea genera orice culoare din spectrul vizibil, cu excepția purpuriului care rezultă prin amestecul culorilor de la extremitățile spectrului (roșu și violet într-o proporție dată).

Aceeași culoare poate fi obținută și printr-o altă metodă, luând în considerare observația anterioară că roșul de exemplu poate fi desaturat prin adăugare de verde, care joacă rolul luminii albe de la prima metodă expusă. Culoarea, care în mod convenabil poate fi aleasă pentru desaturarea unei culori date, reprezintă **complementara** acesteia. Astfel, verdele este complementara roșului, albastrul este complementara galbenului, etc., reciproca este adevărată.

Deși prin ambele metode s-a obținut aceeași culoare, distribuția spectrală a componentelor diferă total. Culorile identice obținute pe căi diferite și având compoziții spectrale diferite se numesc culori **metamerice**. Culorile cu compoziții spectrale identice se numesc culori izomerice.

Metodele prezentate ca exemple de tehnici pentru obținerea culorilor sunt teoretic simple, dar foarte dificil de realizat practic datorită numărului tehnic limitat de surse monocromatice.

În practică se preferă colorimetria tricromatică. Aceasta utilizează trei surse de lumină cu nuanțe diferite, numite **culori primare**, prin amestecul cărora se obține o gamă continuă

de culori. Un set de trei culori primare poate fi : roșu (cu $\lambda = 650$ nm), verde (cu $\lambda = 530$ nm) și violet (cu $\lambda = 425$ nm). Cantitățile din fiecare culoare primară necesare pentru obținerea unei culori date se numesc coordonate de culoare..

În figura 1.15 sunt prezentate sub forma grafică fluxurile necesare din fiecare culoare primară pentru obținerea tuturor culorilor pure din spectru. Culorile spectrale sau pure sunt enumerate în tabelul 1.4, alături de lungimile de undă corespunzătoare și culoarea complementară.

Tabelul 1.4

Culoarea radiației monocromatice	Lungimea de undă aproximativă [nm]	Culoarea complementară
Violet extrem	400	
Violet mediu	420	Verde galben
Violet albastru	440	
Albastru mediu	480	Galben
Albstru verde	500	
Verde mediu	530	Purpuriu
Verde galben	560	
Galben mediu	580	Albastru
Galben portocaliu	590	
Portocaliu mediu	600	Albastru-verzui
Portocaliu roșu	610	
Roșu mediu	650	Albastru-verde
Roșu extrem	780	

Cantitatea de lumină exprimată în lumeni pentru fiecare culoare primară asigură obținerea culorilor spectral pure cu fluxul echivalent la puterea de 1 W.

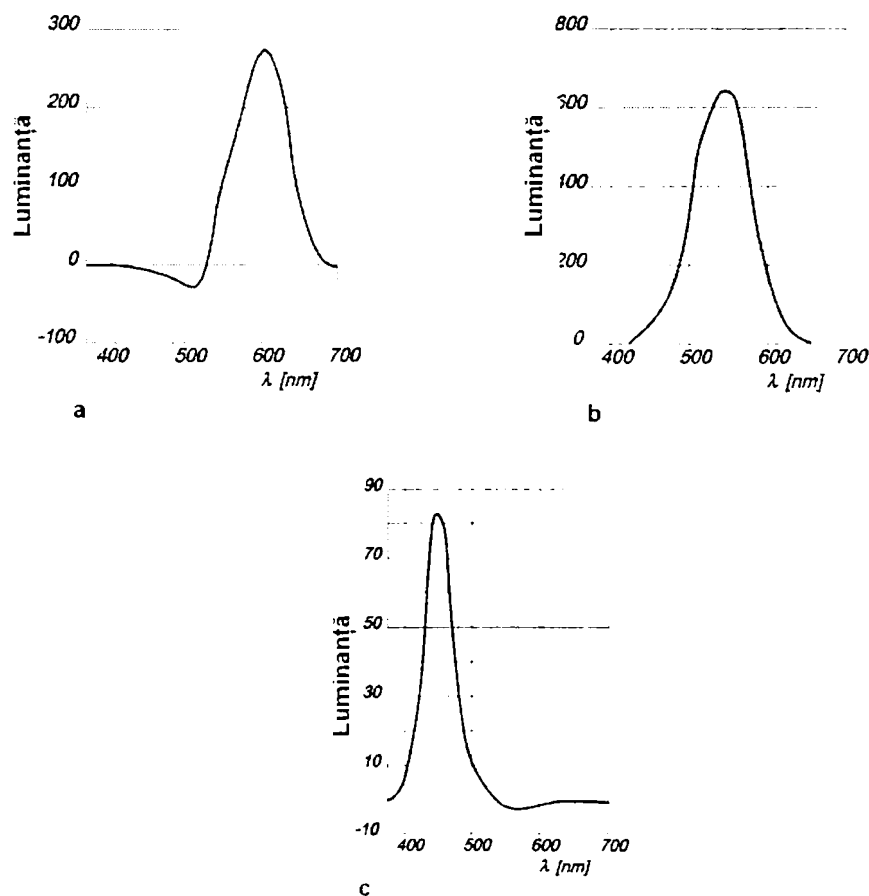


Fig.1.15

Se observă că pentru obținerea culorilor reale, există cazuri când coeficienții tricromatici au valori negative, ceea ce corespunde unor luminanțe negative. Operând algebric cu luminanțele se pot defini, pe lângă culorile reale și culorile imaginare. Coordonatele tricromatice măsurate de-a lungul axelor unui sistem de referință definesc un sistem tricromatic de măsurare a culorii. Există mai multe sisteme de măsurare a culorilor, printre care, mai cunoscute și utilizate sunt sistemul tricromatic RGB și sistemul tricromatic CIE.

- **Sistemul tricromatic RGB**

În acest sistem tridimensional, fiecărei culori îi este atașat un vector (fig.1.16) în spațiu RGB.

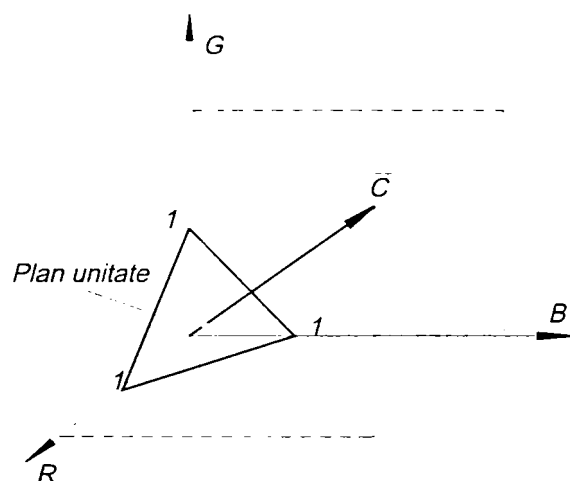


Fig.1.16

Lungimea vectorului \vec{C} este proporțională cu luminanța culorii, iar direcția sa definește cromaticitatea acesteia. Coordonatele tricromatice rezultă intersectând vectorul culoare cu planul unitate, având ecuația:

$$R + G + B = 1. \quad (1.3)$$

Ecuația conținând coordonatele tricromatice este echivalentă cu o relație în luminanțe:

$$L_R + L_G + L_B = 1, \quad (1.4)$$

unde L_R , L_G , L_B reprezintă luminanțele culorilor primare roșu, verde, albastru. Relația 1.4 reprezintă expresia legii fundamentale a colorimetriei.

Între luminanțe și coordonatele tricromatice există următoarele relații, determinate astfel încât un amestec cu $R=G=B$ să fie perceput ca lumină albă:

$$R = L_R; \quad G = \frac{L_G}{4.591}; \quad B = \frac{L_B}{0.0601}. \quad (1.5)$$

Se definesc coeficienții tricromatici r , g , b :

$$r = \frac{R}{R+G+B}; \quad g = \frac{G}{R+G+B}; \quad b = \frac{B}{R+G+B}. \quad (1.6)$$

Între coeficienții tricromatici se păstrează, evident, relația:

$$r + g + b = 1. \quad (1.7)$$

Pentru caracterizarea completă a unei culori este necesară cunoașterea coordonatelor de culoare R, G, B, sau a coeficienților tricromatici r, g, b și a luminanței totale L.

- **Sistemul tricromatic x,y,z (CIE)**

Un alt sistem de măsurare a coordonatelor de culoare, mai simplu fiind plan și mai intuitiv și bogat în informație, este sistemul tricromatic CIE, care face obiectul unui standard internațional. Comisia internațională pentru iluminat (Commission International de l'Eclairage-1931) a definit un observator etalon, pe baza unor teste interpretate statistic, efectuate asupra unui număr mare de observatori cu ochi normal[C₈]. Metodele de cercetare au fost îmbunătățite pe parcursul timpului (1964, 1976)[F₄]. Condițiile standard de observare, din 1931, prevăd ca aceasta să se facă de la 2.5 m, sub un unghi de 2°, asupra unui cerc luminos cu un diametru de 4.41 cm. În 1964, unghiul de observare se mărește la 10°, iar diametrul cercului pentru observație la 17 cm.

Culorile primare au fost stabilite pe baza următoarelor convenții:

1. coeficienții tricromatici au valori pozitive pentru toate culorile reale;
2. luminanța culorii primare roșii (X) și luminanța culorii primare albastre (Z) sunt nule, iar luminanța culorii primare verzi (Y) este identică cu luminanța amestecului. Ca urmare, curba coeficientului tricromatic verde a spectrului de egală energie este redată prin curba eficacității spectrale relative (fig.1.11);
3. culoarea albastră primară (Z) a fost aleasă astfel încât componenta tricromatică corespunzătoare să fie aproximativ nul pentru lungimi de undă mai mari decât 540 nm; în aceste condiții, partea dinspre roșu a spectrului este reprezentată aproximativ prin dreapta:

$$x + y = 1; \quad (1.8)$$

4. direcțiile axelor OX și OY formează un unghi drept în planul unitate;
5. culorile primare au fost astfel alese încât reprezentările coeficienților tricromatici ($X_\lambda, Y_\lambda, Z_\lambda$) ai culorilor spectrului de aceeași energie delimitează arii egale (fig.1.17); ca urmare, coordonatele tricromatice ale spectrului total de aceeași energie (lumina albă) sunt (1/3, 1/3, 1/3)- punctul E în figura 1.18.

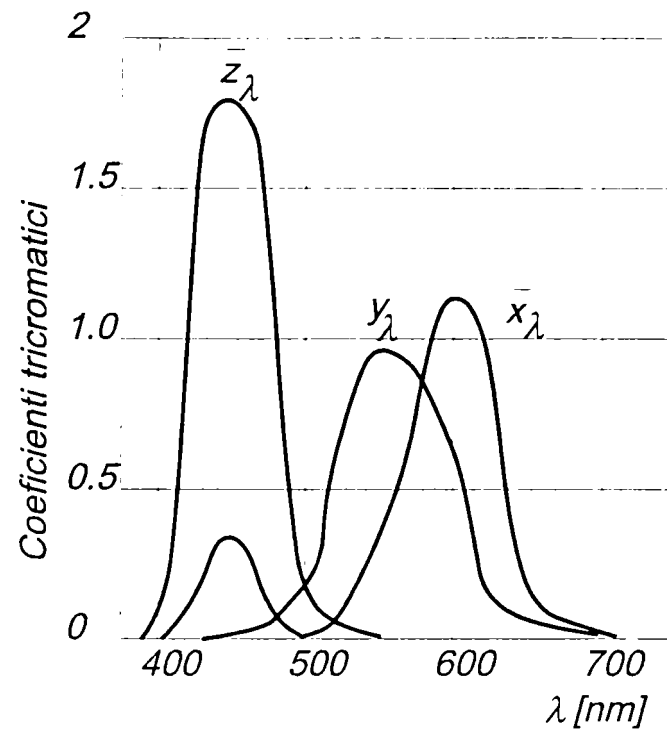


Fig.1.17

Diagrama cromaticității CIE (1931) este prezentată în figura 1.18.

Tabelul 1.5

λ [nm]	\bar{x}_λ	\bar{y}_λ	\bar{z}_λ	λ [nm]	\bar{x}_λ	\bar{y}_λ	\bar{z}_λ
380	0.0014	0.0000	0.0065	580	0.9163	0.8700	0.0017
390	0.0042	0.0001	0.0201	590	1.0263	0.7570	0.0011
400	0.0143	0.0004	0.0679	600	1.0622	0.6310	0.0008
410	0.0435	0.0012	0.2074	610	1.0026	0.5030	0.0003
420	0.1344	0.0040	0.6456	620	0.8544	0.3810	0.0002
430	0.2839	0.0116	1.3856	630	0.6424	0.2650	0.0000
440	0.3483	0.0230	1.7471	640	0.4479	0.1750	0.0000
450	0.3362	0.0380	1.7721	650	0.2835	0.1070	0.0000
460	0.2908	0.0600	1.6692	660	0.1649	0.0610	0.0000
470	0.1954	0.0910	1.2876	670	0.0874	0.0320	0.0000
480	0.0956	0.1390	0.8130	680	0.0468	0.0170	0.0000
490	0.0320	0.2080	0.4652	690	0.0227	0.0082	0.0000
500	0.0049	0.3230	0.2720	700	0.0114	0.0041	0.0000
510	0.0093	0.5030	0.1582	710	0.0058	0.0021	0.0000
520	0.0633	0.7100	0.0782	720	0.0029	0.0010	0.0000
530	0.1655	0.8620	0.0422	730	0.0014	0.0005	0.0000
540	0.2904	0.9540	0.0203	740	0.0008	0.0003	0.0000
550	0.4334	0.9950	0.0087	750	0.0003	0.0001	0.0000
560	0.5945	0.9950	0.0039	760	0.0002	0.0001	0.0000
570	0.7621	0.9520	0.0021	770	0.0001	0.0000	0.0000
				780	0.0000	0.0000	0.0000
				Total	21.3713	21.3713	21.3713

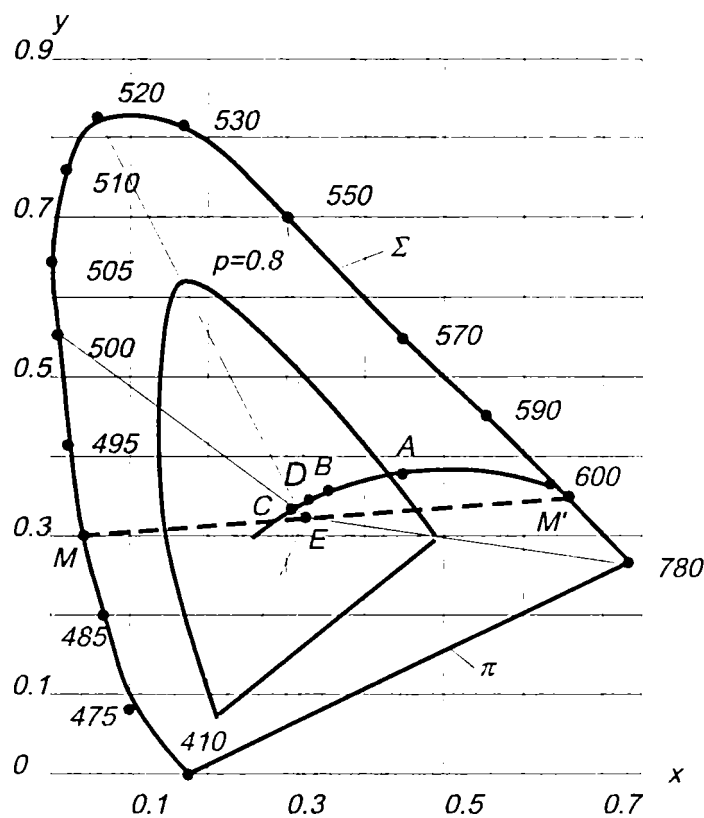


Fig.1.18

Coeficienții tricromatici ($\bar{x}_\lambda, \bar{y}_\lambda, \bar{z}_\lambda$) ai culorilor spectrale pot fi urmăriți grafic în figura 1.17 sau tabelar în tabelul 1.5.

Se definesc coeficienții tricromatici în planul unitate:

$$x = \frac{\bar{x}_\lambda}{\bar{x}_\lambda + \bar{y}_\lambda + \bar{z}_\lambda}; y = \frac{\bar{y}_\lambda}{\bar{x}_\lambda + \bar{y}_\lambda + \bar{z}_\lambda}; z = \frac{\bar{z}_\lambda}{\bar{x}_\lambda + \bar{y}_\lambda + \bar{z}_\lambda}. \quad (1.9)$$

În tabelul 1.6 sunt date valorile coordonatelor cromatice pentru întreg spectrul vizibil, cu pasul de 10 nm.

Coeficienții tricromatici totali sau componentele tricromatice ale luminii se obțin prin integrarea produselor dintre coeficienții tricromatici CIE și fluxurile spectrale corespunzătoare:

$$X = \int \bar{x}_\lambda \Phi_{e\lambda} d\lambda; \quad Y = \int \bar{y}_\lambda \Phi_{e\lambda} d\lambda; \quad Z = \int \bar{z}_\lambda \Phi_{e\lambda} d\lambda. \quad (1.10)$$

Coeficienții tricromatici în planul unitate devin:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}; \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}; \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}. \quad (1.11)$$

Tabelul 1.6

λ [nm]	x	y	z	λ [nm]	x	y	z
380	0.1741	0.0050	0.8209	590	0.5752	0.4242	0.0006
390	0.1738	0.0049	0.8213	600	0.6270	0.3725	0.0005
400	0.1733	0.0048	0.8219	610	0.6658	0.3340	0.0002
410	0.1726	0.0048	0.8226	620	0.6915	0.3083	0.0002
420	0.1714	0.0051	0.8235	630	0.7079	0.2920	0.0001
430	0.1689	0.0069	0.8242	640	0.7190	0.2809	0.0001
440	0.1644	0.0109	0.8247	650	0.7260	0.2740	0.0000
450	0.1566	0.0177	0.8257	660	0.7300	0.2700	0.0000
460	0.1440	0.0297	0.8263	670	0.7320	0.2680	0.0000
470	0.1241	0.0578	0.8181	680	0.7334	0.2666	0.0000
480	0.0913	0.1327	0.7760	690	0.7344	0.2656	0.0000
490	0.0454	0.2950	0.6596	700	0.7347	0.2653	0.0000
500	0.0082	0.5384	0.4534	710	0.7347	0.2653	0.0000
510	0.0139	0.7502	0.2359	720	0.7347	0.2653	0.0000
520	0.0743	0.8338	0.0919	730	0.7347	0.2653	0.0000
530	0.1547	0.8059	0.0394	740	0.7347	0.2653	0.0000
540	0.2296	0.7543	0.0161	750	0.7347	0.2653	0.0000
550	0.3016	0.6923	0.0061	760	0.7347	0.2653	0.0000
560	0.3731	0.6245	0.0024	770	0.7347	0.2653	0.0000
570	0.4441	0.5547	0.0012	780	0.7347	0.2653	0.0000
580	0.5125	0.4866	0.0009				

Asupra diagramei culorilor se pot face câteva observații importante:

- ◆ pe arcul de curbă care trece prin punctele marcate pe traseul R-G-B se află toate culorile pure din spectrul vizibil;
- ◆ în interiorul curbei închise se află toate culorile reale; în afara curbei, se află culorile imaginare;
- ◆ pe dreapta care unește punctele R și B se află culorile purpurii;
- ◆ pe arcul care pornește din roșul spectral pur și conține punctele A, B, C, se află puncte reprezentând radiațiile corpului negru (lumini albe) la diferite temperaturi.
- ◆ Punctele A, B, C au drept corespondent fizic surse declarate ca etalon de către CIE.
- ◆ Sursa A este o lampă cu filament incandescent, care funcționează la temperatura de culoare de 2854 K.
- ◆ Temperatura de culoare a unei surse reprezintă temperatura corpului negru a cărei curbă a distribuției spectrale a energiei se suprapune cu cea a sursei considerate.
- ◆ Sursele B și C se obțin din sursa A căreia i se atașează niște filtre speciale și au temperaturile de culoare 4880 K și respectiv 6840 K. Sursa B simulează lumina soarelui la amiază, iar sursa C ($x=0.31006$, $y=0.31616$, $z=0.37378$) simulează lumina soarelui și a cerului.
- ◆ Mai există o serie de surse etalon notate cu D, care simulează alte diferite faze ale zilei.
- ◆ Punctul E corespunde unui alb teoretic, de referință și reprezintă cromaticitatea spectrului total de egală energie, având coordonatele (1/3, 1/3).

◆ Punctul E nu aparține, ci se află în apropierea arcului surselor etalon. Punctul C reprezintă sursa standard adoptată în 1931. În 1964, aceasta se înlocuiește cu sursa D_{6500} , iar coordonate de culoare raportate la această sursă se notează cu indice 10 (x_{10}, y_{10}, z_{10});

◆ o culoare oarecare este reprezentată printr-un punct de coordonate (x,y) ; dreapta care trece prin acesta și prin punctul C, intersectează curba într-un punct, pentru care se poate citi lungimea de undă a culorii spectrale pure echivalente; pentru identificarea rapidă a culorilor în interiorul diagramei, K.L.Kelly propune introducerea unei hărți a culorilor, așa cum se poate vedea în figura 1.19;

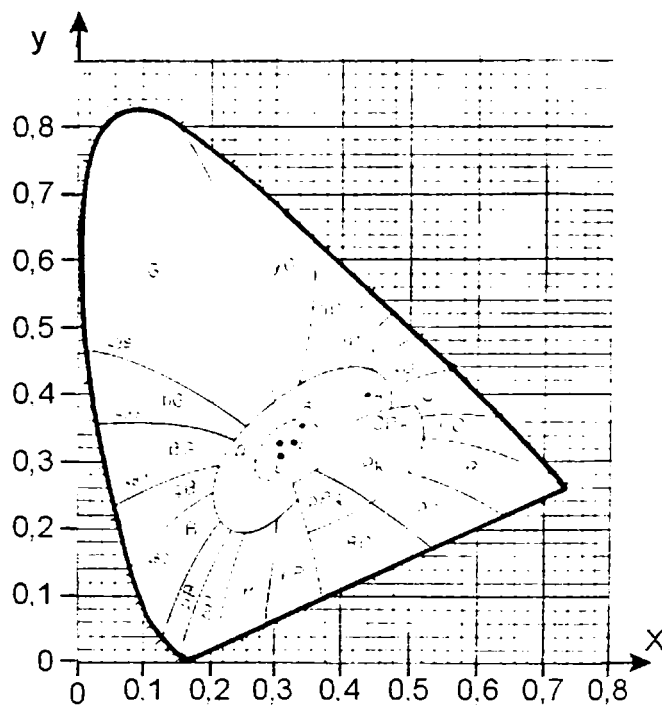


Fig.1.19

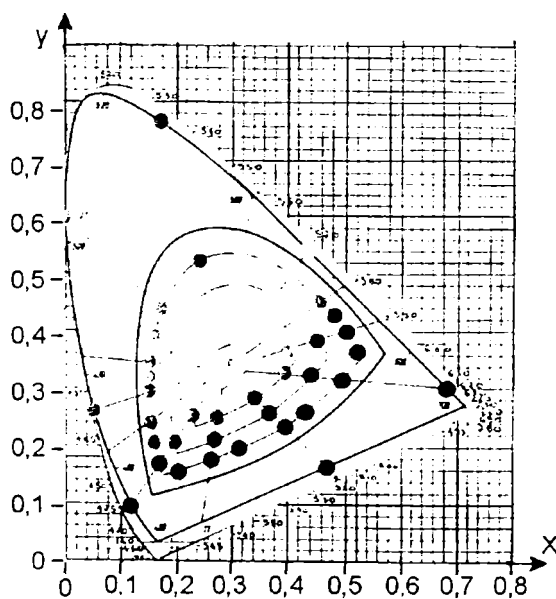


Fig.1.20

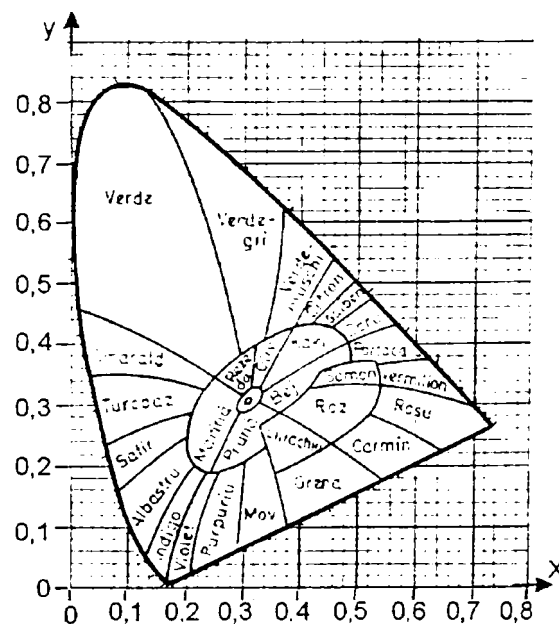


Fig.1.21

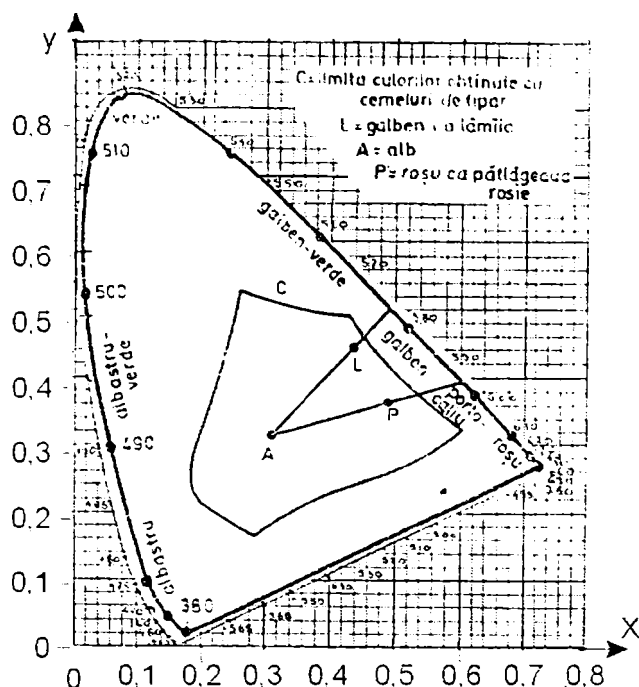


Fig.1.22

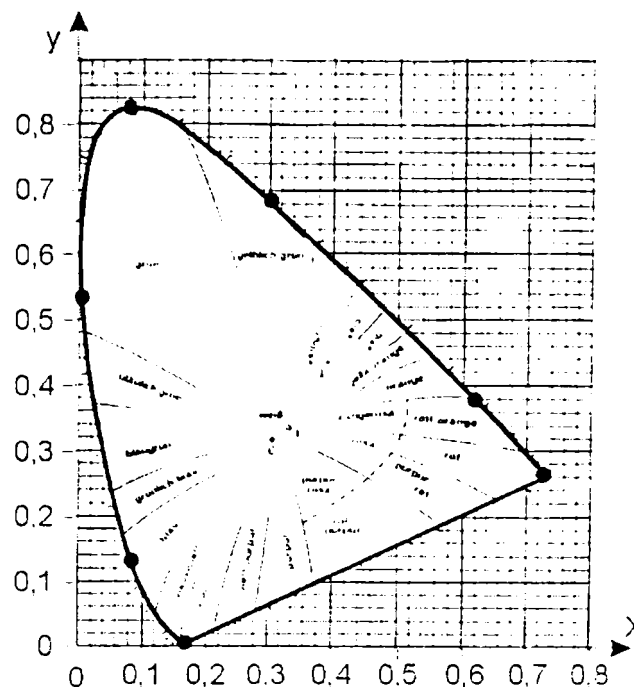


Fig.1.23

◆ având în vedere modul cum s-au ales coeficienții tricromatici CIE, dreapta z-x reprezintă locul geometric al punctelor de luminanță nulă;

◆ punctele reprezentative a două culori complementare în raport cu lumina albă se află pe o dreaptă care trece prin punctul E;

◆ dreptele de tipul E-M, care unesc punctul corespunzător albului cu punctul reprezentativ al unei culori spectrale, conțin culori cu aceeași lungime de undă dominantă cu aceea a punctului M;

◆ în continuarea segmentului M-E, dreapta din care face parte, intersectează arcul culorilor pure sau dreapta purpuriilor în punctul corespunzător complementarei lui M (punctul M' în figura 1.18);

◆ saturația sau puritatea p a unei culori se exprimă în raport cu luminanța dominantei și a luminii albe pe care o conține, prin relația:

$$p = \frac{Y_d}{y} \cdot \frac{y - 1/3}{y_d - 1/3} \quad (1.12)$$

◆ se pot trasa curbe de egală puritate (figura 1.25 și conturul (1), cu $p=0.8$, în figura 1.18), care permit găsirea aproximativă rapidă a dominantei și a saturației pentru o pereche (x,y) dată.

Fig.1.25 (Curbele de egală puritate)

◆ în figurile 1.24-1.30 sunt prezentate variante ale diagramei CIE, în evoluția lor din 1931 până în prezent și anume

fig.1.24-Diagrama de cromaticitate cf. C.I.E. 1931,

fig.1.25- metoda coordonatelor alese pentru determinarea coordonatelor tricromatice ale
 culorilor, STAS 6880-74,

fig.1.26- tablou normativ al culorilor, DIN 5033,

fig.1.27- sistem de coordonate pentru identificarea culorilor CIE 1976,

fig.1.28- triunghiul culorilor RVB 1993,

fig.1.29- triunghiul culorilor CIE 1994,

fig.1.30- rombul culorilor R,G, ve, A 1994);

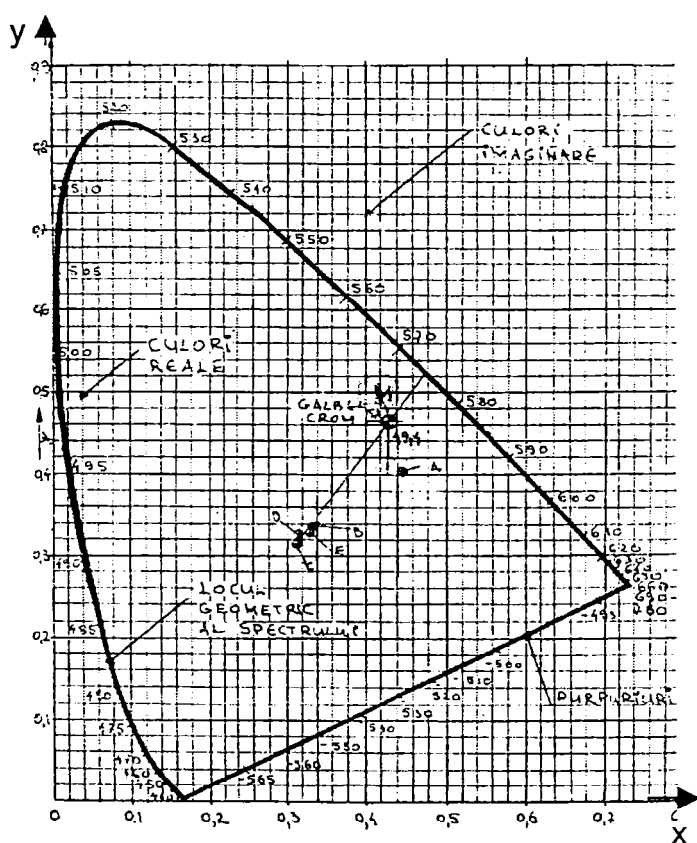


Fig.1.24

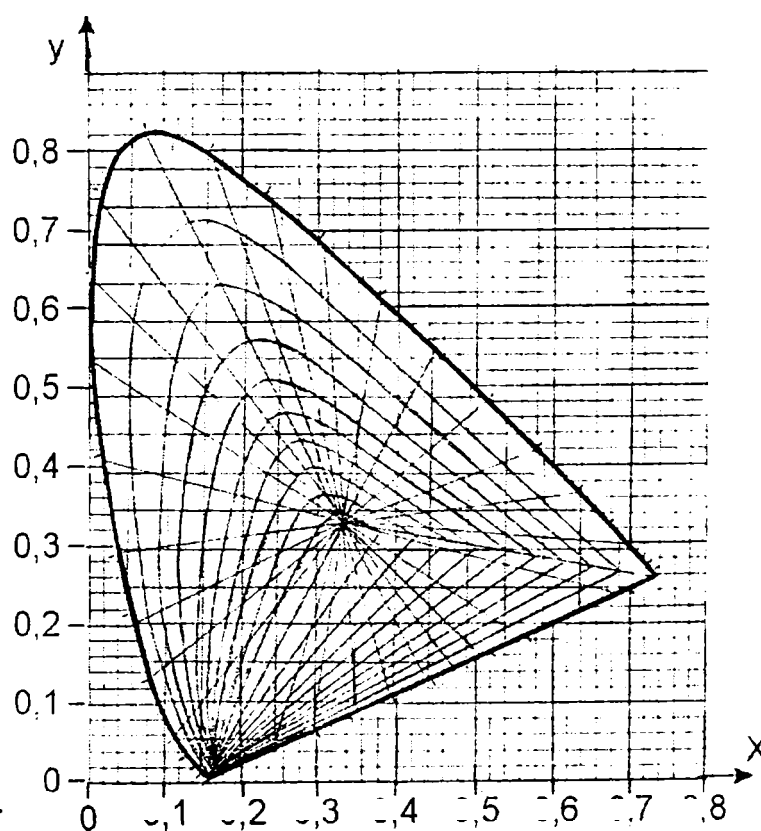


Fig.1.25

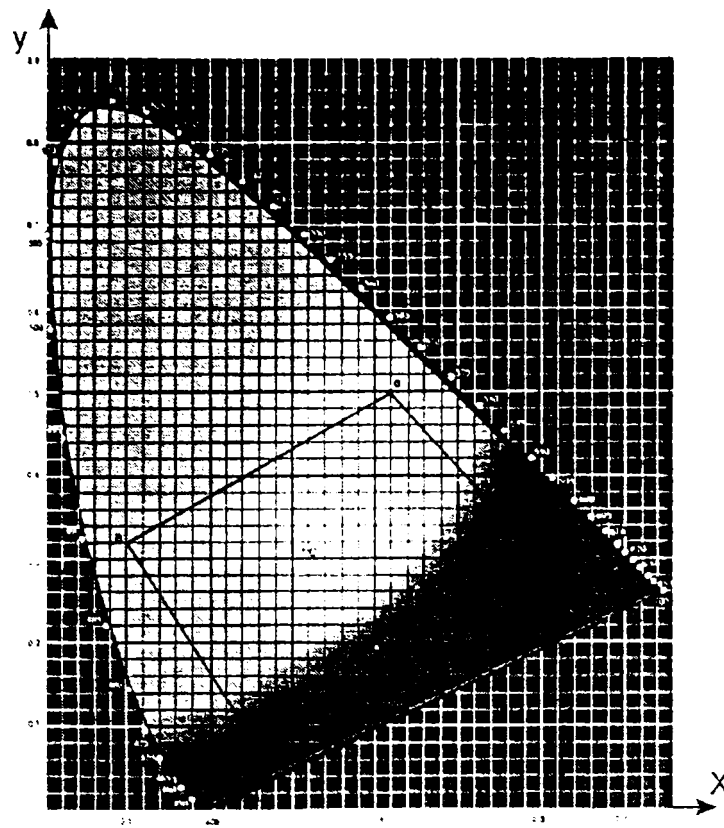


Fig.1.30

- în figura 1.31 cunoscută ca diagrama cu elipse se propune o schemă a variațiilor de cromaticitate care încă mai pot fi percepute .

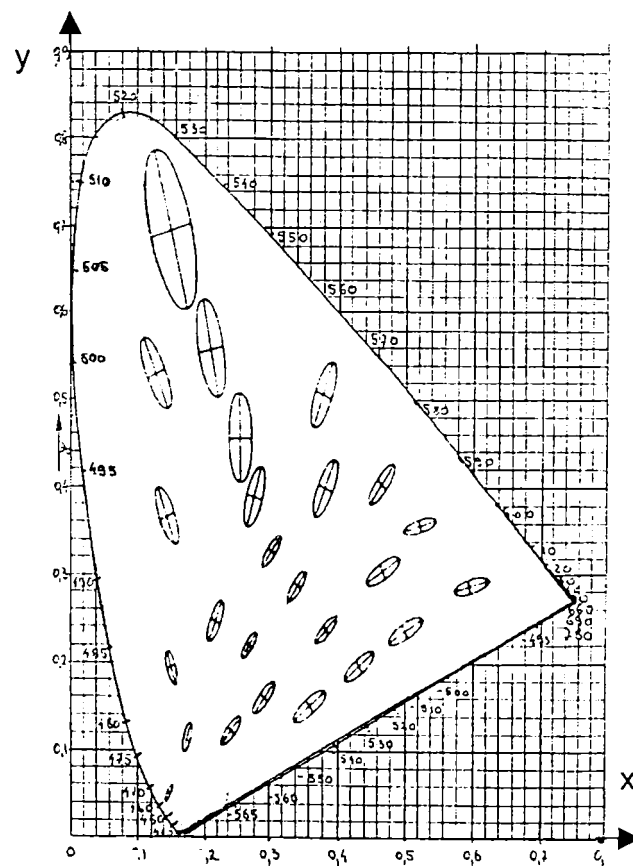


Fig.1.31

Autorul a făcut ample cercetări ale bibliografiei de specialitate, descoperind mai multe diagrame de culoare.

CAPITOLUL 2

2. STUDIU CRITIC AL TERMINOLOGIEI UTILIZATE ÎN COLORIMETRIE PE PLAN INTERNAȚIONAL

2.1. Numele atribuite culorilor

Colorimetria și reflectările sale în diverse domenii cum ar fi industria constructoare de mașini, arhitectura, designul, chimia, fizica, psihologia, muzica și artele plastice, operează cu conceptul fundamental al culorii.

Ca o incursiune în timp și spațiu geografic, în tabelul 2.1 se prezintă denumirile principalelor domenii de culoare, în diverse limbi de interes pentru noi.

Tabelul 2.1

r	Română	Latină	Greacă	Franceză	Italiană	Germană	Engleză	Rusă	Maghiară
1	Alb	Albus	Leukos	Blanc	Bianco	Weiss	White	Belii	Feher
2	Negru	Niger	Melos	Noir	Nero	Schwartz	Black	Ciornii	Fekete
3	Galben	Galbius	Ochros	Jaune	Giallo	Gleb	Yellow	Joltii	Sarga
4	Portocaliu	-	-	Orange	Aranciato	Orange	Orange	Orajevii	Narancy
5	Rosu	Ruber	Erythros	Rouge	Rosso	Rot	Red	Krasnii	Piros
6	Purpuriu	Purpureus	Porphyreos	Pourpre	Purpureo	Purpur	Purple	Purpurovii Bagrovii	Ibolya
7	Violet	Violaceus	Phoinikous	Violet	Violetto	Violett	Violet	Fioletovii	Bibor
8	Albastru	Albaster	Kyaneos	Bleu	Azzuro Turchino	Blau	Blue	Simii Gobubii	Kek
9	Verde	Viridis	Prassinos chloros	Vert	Verde	Grün	green	zelionii	Zold

Tabelul 2.2 redă, comparativ, numele, codificarea și o scară de atribuire a valorilor, pentru principalele caracteristici ale culorilor, în viziunea românească, franceză, engleză și germană

Tabelul 2.2

Denumire Codificare Valori	Ton cromatic (T) T.C.1...96	Luminozitate Culoare (L) 0...100	Saturație (S) 0...100	Claritate (C) 0...100	Profunzime (P) 0...100	Degradare
Franceză	La tente	La purete	Saturation	La clarte	Rabathus	Degrade
Engleză	Hue (H)	Value (Lightness) (L)	Chroma (C)			To shade off
Germană	Farbton FOLGE (L)	Heligkeit (A)	Buntheit Reinheit (pe)	Hellklar (T)	Dunkelklar (K)	Abstufen

Înainte de a comenta parametrii fizici, matematici sau psihologici care caracterizează culoarea, se pune problema identificării acesteia, prin atribuirea unei denumiri, care să definească în mod cert, indiferent de observator, o manifestare cromatică anume.

Definirea culorilor este foarte dificilă, având în vedere faptul ca un ochi sănătos percepe până la zece milioane de culori, [C₃] iar industria prezentului este capabilă să producă obiecte în cinci sute de mii de nuanțe de culori.

Preocuparea de a defini unele culori prin litere sau/și cifre nu este nouă.

NUMELE CULORILOR

Se presupune că un ochi sănătos poate să perceapă 10.000.000 de culori diferite. În comerț putem fabrica obiecte care au aproximativ 500.000 de culori. Este extrem de dificil să le definim.

Încă din anii 1930 au existat cercetări în acest sens. Astfel în SUA a fost înființat ISCC-NBS (INTER-SOCIEY COLOR COUNCIL și NATIONAL BUREAU of STANDARDS). Primele aplicații au fost în industria farmaceutică. În anul 1955 acest standard a fost revizuit. Lista culorilor nominalizate cuprinde 267 de culori. Culorile sunt numerotate de la 1 la 267 pentru fiecare culoare atribuindu-i-se un număr (ex. 11 – vivid R, sau 75 deep y Br.).

Sistemul este însoțit de un set de 31 de CARTELE COLORATE. Codificările sunt făcute după sistemul Munsell [M₃₀].

Autorii KELLY K.L. și JUDD D. B. propun în lucrarea lor "COLOR: Universal Language an Dictionary of Names" [A₄] șase niveluri de precizie în descrierea culorilor:

NIVELUL 1 se referă la cele mai generale denumiri cum ar fi "Galben". La acest nivel general de definire autorii propun 10 nume generice de nuanțe:

- ROZ, ROȘU, ORANJ, BRUN, GALBEN, OLIVE, VERDE-GALBEN, ALBASTRU și

PURPURIU.

Tonurilor cromatice li se adaugă și cele trei acromatice: ALB, GRI, NEGRU.

NIVELUL 2 La acest nivel de precizie lista numelor este suplimentată prin adăugarea a încă 16 culori intermediare:

- ROZ GĂLBUI, ORANJ ROȘIATIC, MARO ROȘIATIC, GALBEN ORANJ, BRUN GĂLBUI, BRUN OLIVE, GALBEN VERZUI, VERDE OLIVE, VERDE GĂLBUI, VERDE ALBĂSTRUI, ALBASTRU VERZUI, ALBASTRU PURPURIU, VIOLET, PURPURIU ROȘIATIC, ROZ PURPURIU, ROȘU PURPURIU.

NIVELUL 3 La acest nivel categoriile de culori menționate anterior sunt subdivizate în câte nouă grade diferite de luminozitate și de saturație.

Termenilor de la nivelul doi de precizie li se pot adăuga următorii:

- VIU, STRĂLUCITOR, PUTERNIC, ADÂNC, FOARTE ADÂNC, FOARTE DESCHIS, DESCHIS, MODERAT, ÎNCHIS, FOARTE ÎNCHIS, FOARTE PAL, PAL, UȘOR, UȘOR CENUȘIU, CENUȘIU, CENUȘIU ÎNCHIS și CENUȘIU FOARTE ÎNCHIS

Se obțin astfel 267 de nume de culori care corespund și sistemului de culoare Munsell.

NIVELUL 4 La acest nivel spațiul de culoare este subdivizat între 1000 și 10000 de nuanțe. Este imposibilă denumirea literală a tonurilor de culoare, de aceea la acest nivel se preferă codurile numerice de culoare. Este posibil de a fi aplicat sistemul de notare MUNSELL

Ex: 7,5Y8-12

NIVELUL 5 Acest nivel de definiție se obține prin interpolare vizuală. Astfel numărul culorilor poate fi mărit la aproximativ 100.000. Pentru codificarea culorilor pot apărea unități de 1/4, pentru valoare 1/10, și pentru saturație tot 1/4. O unitate astfel obținută poate fi codificată: 8 1/2Y; 8 3/12; 1/2.

NIVELUL 6 La acest nivel pot fi descrise un număr de 5.000.000 de nuanțe. Nivelul obligă la utilizarea aparatelor de măsurare și a calculatorului.

Un alt autor care este preocupat de terminologia cromatică este Harold KUPERS care în [K₁₃], propune un nou sistem.

Acest sistem de amestec a fost numit SINTEZA INTEGRATĂ. Culorile fundamentale sunt: ALB, GALBEN, ROȘU, MAGENTA, ALBASTRU, CYAN, ALBASTRU-VIOLET, VERDE, ROȘU-ORANGE, și NEGRU. KUPERS consideră că ALBUL este o "culoare" SUBSTRACTIVĂ și NEGRUL este ADITIVĂ.

Sinteza integrată este compusă din 4 din cele 8 culori.

Rezultatul unei sinteze integrate se calculează în funcție de 9 fracțiuni de culoare.

Autorul prezintă și două exemple de calcul.

Exemplul 1:

3 fracțiuni de negru	S 333
3 fracțiuni de roșu	S 030
3 fracțiuni de alb	S 000
<hr/>	
9 fracțiuni de culoare	S 363

Exemplul 2:

1 fracțiune de alb	S 000
2 fracțiuni de negru	S 222
1 fracțiune de albastru-violet	S 011
5 fracțiuni de albastru-cyan	S005
<hr/>	
9 fracțiuni de culoare	S238

Propunerea de sinteză integrată face o legătură utilă între denumirea componentelor unui amestec și codificarea numerică.

Prin sumele astfel obținute pot fi definite noile tonuri de amestec. Această sinteză se poate considera o propunere interesantă care a stat și stă în atenția autorului.

2.2. Caracteristicile fundamentale ale culorilor

2.2.1 Generalități

În funcție de domeniul științific sau artistic în care a fost apelată, culoarea a fost caracterizată prin termeni diferiți, chiar dacă se refereau la aceeași însușire.

În mod sintetic, tabelul 2.3 redă comparativ terminologia utilizată în științe, arte și psihologie, pentru definirea caracteristicilor culorilor.

Tabelul 2.3

Domenii NR. CTR.	ȘTIINȚE		PSIHOLOGIE			ARTE	
	FIZICĂ (colorimetrie)		PSIHO-FIZICĂ	PSIHO-FIZIOLOGIE	PSIHO-SENZORIAL	VIZUAL	MUZICĂ
1	LUNGIME DE UNDA	NUANȚĂ	LUNGIME DE UNDA DOMINANTĂ (λ, d)	CROMIE	TONALITATE	TON CROMATIC	TONALITATE (FRECVENȚĂ)
2	ILUMINARE	STRĂLUCIRE LUMINOZITATE	LUMINISCENȚĂ (A_i)	LEUCIE	LUMINOZITATE	LUMINOZITAT (VALOARE)	INTENSITATE
3	COMPOZIȚIE SPECTRALĂ	SATURAȚIE	PURITATE COLORIMETRICĂ (P_e)	FANIE	SATURATIE	- SATURAȚI - CLARITAT - PROFUNZIM	TIMBRU

2.2.2. Tonul cromatic

Din punctul de vedere al fizicii, tonul cromatic asociază culorii o anumită lungime de undă.

Tonul cromatic (nuanța, cromia sau lungimea de undă dominantă) reprezintă indicatorul, care identifică de fapt culoarea, undeva între roșu și albastru, dându-i și numele. În viziunea lui Rudolf ARNHEIM, [A₇], "tonul cromatic este o calitate de ordin modal, prin care o culoare se deosebește de o alta, cu aceeași saturație și luminozitate". Ca urmare, tonul cromatic este un indice de recunoaștere a unei culori.

În majoritatea reprezentărilor cromatice, tonurile de culoare sunt dispuse în cerc, întâlnindu-se în zonele infraroșu-ultraviolet (fig.2.1).

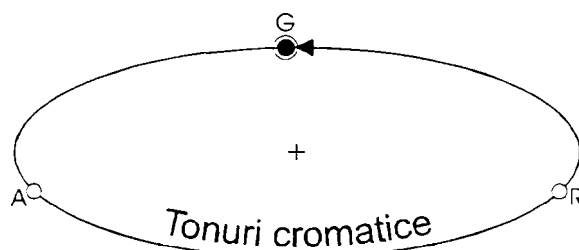


Fig. 2.1.

Pe lângă culorile din spectrul solar mai există un număr mare de purpuriuri, culori "artificiale" rezultate din amestecuri de roșu și violet.

2.2.3. Luminozitatea

Luminozitatea (luminozitate, strălucirea, intensitatea) este un factor necromatic, care, în termeni generali, se referă la intensitatea luminoasă.

Din punct de vedere fotometric, este corectă referirea la strălucire sau luminanță, care este implicată direct în legea fundamentală a colorimetriei, și care se exprimă prin raportul dintre intensitatea luminoasă și elementul de suprafață normal iluminată:

$$L = \frac{dI}{dS \cos \theta} = \frac{d^2\Phi}{dS d\Omega \cos \theta} \quad (2.1)$$

unde I este intensitatea luminoasă, S – suprafața iluminată, Φ - fluxul luminos, θ - unghiul de vizare, Ω - unghiul solid sub care se vede suprafața iluminată.

Aceste mărimi, prin definiție, sunt:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}, \quad (2.2)$$

$$\Phi = K \int_{\lambda} k_{\lambda} \Phi_{e,\lambda} d\lambda, \quad (2.3)$$

unde K este echivalentul fotometric al radiației, $K=683 \text{ lm/W}$, k_{λ} - eficacitatea spectrală relativă luminoasă, $\Phi_{e,\lambda}$ - fluxul energetic spectral (pentru $\lambda=380\dots780 \text{ nm}$).

În sistemul internațional de unități, unitatea fundamentală din optică este candela, care măsoară intensitatea luminoasă. În raport cu candela se definește unitatea pentru flux luminos, lumenul:

$$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot 1 \text{ sr}. \quad (2.4)$$

Unitatea de măsură pentru luminanță este tot o unitate derivată și se numește nit:

$$1 \text{ nt} = \frac{1 \text{ cd}}{1 \text{ m}^2}. \quad (2.5)$$

Ca unitate tolerată se mai admite stilbul:

$$1 \text{ sb} = \frac{1 \text{ cd}}{1 \text{ cm}^2} = 10^4 \text{ nt}. \quad (2.6)$$

Același Rudolf ARNHEIM se referă la luminozitate ca fiind "o însușire cantitativă în domeniul acromatic, care exprimă gradul de negru". El consideră că pot fi distinse aproximativ 200 tonuri de gri, pe o scară cu 100 unități, conform scării din fig. 2.2.

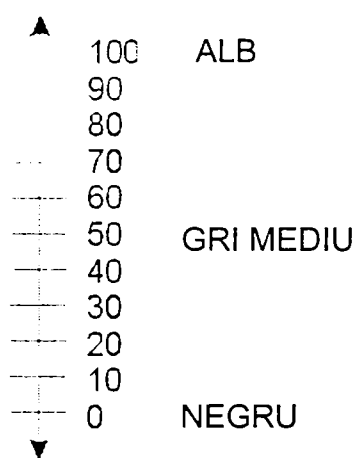


Fig. 2.2.

Problema eșalonării nuanțelor de la alb la negru a preocupat atât artiștii, cât și cercetătorii în știință. Se prezintă, în continuare, câteva puncte de vedere.

Chimistul francez CHEVREUL (1787-1889) propune în lucrarea "Memoriu asupra contrastelor simultane" o metodă simplă de obținere a scării cenușiurilor: un carton este împărțit în zece fâșii late de 2.5 cm, pe care se depune un strat de tuș diluat. După uscare, se depune încă un strat pe toate fâșiile, mai puțin prima. Procedura se continuă până când se obțin zece valori tonale de gri, tot mai închise. Metoda este empirică și extrem de laborioasă.

Pictorul și pedagogul Paul KLEE, recomanda în 1923, două metode de obținere a scării griurilor. Prima dintre acestea, denumită **Metoda amestecului**, se referea la culorile opace, guașe sau tempera. KLEE propunea amestecul de alb și negru în 11 recipiente, în proporțiile care rezultă din tabelul 2.4.

Tabelul 2.4

Nr. crt.	Nume culoare	Codificare	Proporție cantitativă	
			Alb	Negru
1.	Alb	a	10/10	0
2.	Cenușiu foarte deschis	b	9/10	1/10
3.		c	8/10	2/10
4.	Cenușiu deschis	d	7/10	3/10
5.		e	6/10	4/10
6.	Cenușiu mijlociu	f	5/10	5/10
7.		g	4/10	6/10
8.	Cenușiu închis	h	3/10	7/10
9.		i	2/10	8/10
10.	Cenușiu foarte închis	j	1/10	9/10
11.	Negru	k	0	10/10

A doua metodă, numită **Metoda glazurării**, este recomandată pentru materialele transparente, de tipul acuarelelor și este asemănătoare celei expuse de CHEVREUL.

Un carton este împărțit în 11 fâșii. Prima este lăsată în culoarea hârtiei, iar celelalte sunt acoperite succesiv cu o soluție apă-tuș 10%, într-un număr de straturi care rezultă din tabelul 2.5.

Tabelul 2.5

Nr. crt.	Nume culoare	Proporție [%]	Nr. straturi
1.	Alb	0	0
2.	Cenușiu foarte deschis	0.2	1
3.		0.4	2
4.	Cenușiu deschis	0.8	4
5.		1.6	8
6.	Cenușiu mijlociu	3.2	16
7.		6.25	32
8.	Cenușiu închis	12.5	64
9.		25	128
10.	Cenușiu foarte închis	50	256
11.	Negru	100	512

Autorul consideră ca dezavantaje ale metodei inegalitatea treptelor de gri și obținerea greoaie a negrului, care presupune sute de straturi succesive.

De remarcat, este modul fundamental diferit al definirii treptelor de gri în cazul celor

două metode. Metoda amestecului se bazează, din punct de vedere matematic, pe o progresie aritmetică, având primul termen zero, rația egală cu $1/10$, iar numărul termenilor 11. La metoda glazurării, se pune în aplicație o progresie geometrică, având primul termen 1, rația 2 și numărul de termeni ai progresiei egal cu 10 (se exceptează albul, care nu conține tuș).

Încercările de a matematiza intervalul cromatic dintre două trepte de gri au avut scopul de a conferi reproductibilitate procedurii, dar din punct de vedere optic nu se realizează scări uniforme.

Un elev al lui KLEE, Henry PFEIFFER, publică în [P₆] 1966 lucrarea „L'harmonie de la couleur”, în care propune o **Scară armonică a griurilor**, reprodusă în tabelul 2.6.

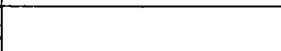




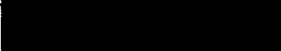
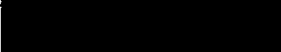
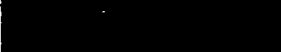
Tabelul 2.6

Nr.ctr.	Eșantion	Procente	Denumire
1	alb de zinc	89	Alb
2	scoarță de mesteacăn	55	gri deschis
3	oxid de aluminiu	34	gri semideschis
4	hașură creion h3	21	gri mediu
5	hașură creion b3	13	gri semiînchis
6	gresie uscată	8	gri închis
7	cerneală tipografică	5	Negru

Această scară ține seama de principiul **secțiunii de aur**, dar, în practică, este aproape imposibil de aplicat.

Marc HAVEL [H₄] preia din industria tipografică **principiul utilizării plăcilor raster**. El realizează o scară armonică a griurilor (tabelul 2.7)

Tabelul 2.7

Nr. ctr.	Eșantion	Cod numeric	Raster %	Denumire (compoziție)
1		8	0	a singur
2		7	2	100 alb / 2,2 negru
3		6	7	100 alb / 7,5 negru
4		5	23	100 alb / 30 negru
5		4	52	100 alb / 110 negru
6		3	75	100 alb / 300 negru
7		2	90	100 alb / 800 negru
8		1	100	Negru singur

Cele opt fâșii eșalonate corespund unei scări exponențiale, care permite obținerea

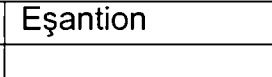
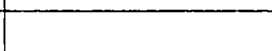

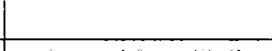
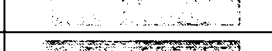








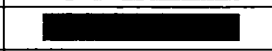




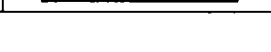


unui degrade al griurilor mai regulat.

Progresia aritmetică răspunde cel mai puțin acestui deziderat al trecerii uniform gradate de la un gri la următorul. Într-adevăr, adiția succesivă de volume de negru constant egale, acționează în mod violent asupra albului, la început și în mod imperceptibil, la sfârșit. Scara armonică HAVEL este acceptată ca fiind cea mai corectă.

Această scară de la negru, căruia i se atribuie valoarea zero, până la alb, codificat cu 1, conține 100 de diviziuni, deși unii autori rafinează mărimea intervalelor decelabile distinct până la 200 sau 300 de valori intermediare[G₃].

Lothar GERICKE propune în "Das Phänomen Farbe" – 1973 – [G₂] o scară conținând 21 tonuri de la alb la negru (tab.2.8).


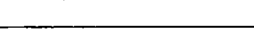



Tabelul 2.8

Nr. ctr.	Eșantion	Cod numeric	Remisie %	Denumire literară
1		00	85	Alb
2		01	81	
3		02	77	
4		03	73	
5		04	68	
6		05	62	Gri deschis
7		06	57	
8		07	51	
9		08	46	
10		09	42	
11		10	37	Gri mediu
12		11	31	
13		12	27	
14		13	22	
15		14	18	
16		15	14	Gri închis
17		16	11	
18		17	7	
19		18	5	
20		19	3	
21		20	2	Negru

Scara este realizată cu ajutorul culorilor tempera și se bucură de o execuție extrem de îngrijită.

Wolfgang ARNOLD [A₉] propune o scară cu 21 de griuri (tab.2.9), cu precizarea minuțioasă a metodei de obținere și atașarea măsurărilor spectrofotometrice alături de eșantioanele realizate în tempera, pe format A5.

Tabelul 2.9

Nr. ctr.	Eșantion	Cod numeric	Remisie %	Denumire literală
1		10,35	100	Alb
2		10	85,1	Alb opal
3		9,5	66,1	
4		9	52,5	
5		8	40,7	
6		8,5	32,4	Gri deschis
7		7,5	25,7	
8		7	20,0	
9		6,5	15,9	
10		6	12,3	Gri mediu
11		5,5	9,7	
12		5	7,6	
13		4,5	6,0	Gri închis
14		4	4,7	
15		3,5	3,6	
16		3	2,9	Negru tipografic
17		2,5	2,2	
18		2	1,8	Catifea neagră
19		1	0,4	
20		0	0,0	Negru teoretic

2.2.4. Saturația

Saturația (sau puritatea) este, din punct de vedere fizic, acea proprietate care permite aprecierea unor intensități diferite ale aceleiași culori. Saturația este un termen care caracterizează amestecul culoare-nonculoare, se află la confluența domeniilor cromatic-acromatic.

Saturația exprimă cantitativ prezența griului în amestec cu o culoare și este maximă atunci când albul lipsește. În amestec cu albul, griul sau negrul, o culoare devine nesaturată.

Rudolf Arnheim [A₇] definește saturația ca fiind „o trăsătură calitativă a senzației cromatice, care diferențiază în mod gradual o culoare dată față de alb”.

În sistemele de coordonate psihologice de culoare saturația este exprimată prin mărimea razei vectoriale din planul nuanțelor.

SATURAȚIA este a treia componentă a fenomenului cromatic și ea este de obicei reprezentată în sistemele cromatice ca fiind direcția dinspre centrul cercului spre culoarea pură.

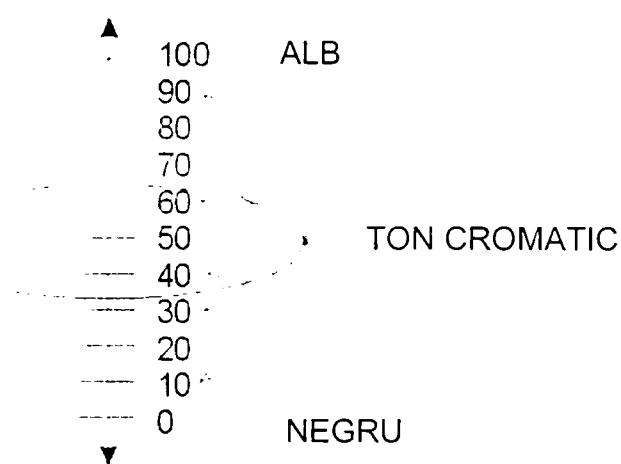


Fig. 2.3

Putem considera ca fiind grade de saturație, amestecul unei culori pure cu griul de aceeași luminozitate precum și cu alte tonuri de gri.

2.2.4.1. CLARITATEA

În cele ce urmează se propune introducerea a **două caracteristici noi**, care vizează detalierea conceptului de saturație, prin diferențierea amestecului cu alb de cel cu negrul.

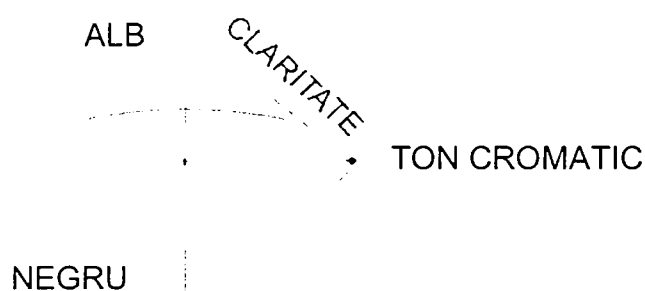


Fig.2.4

Claritatea se definește, ca fiind acea caracteristică de ordin calitativ, care exprimă gradul de amestec al unei culori cu albul. Această caracteristică a culorilor este reprezentată în fig 2.4.

2.2.4.2. PROFUNZIMEA

A doua caracteristică propusă este **profunzimea**, ea exprimă gradul de amestec al unei culori cu negrul. Această caracteristică cromatică este reprezentată în figura 2.5.

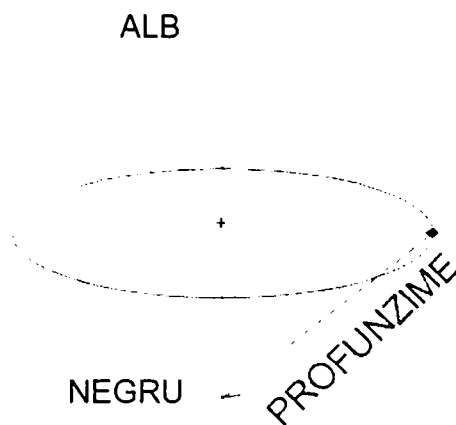


Fig. 2.5.

Pentru caracterizarea amestecului cu griurile se propune păstrarea termenului de saturație.

Numărul tonurilor care se obțin prin amestecul unei culori pure cu alb, negru sau griuri este, evident, foarte mare, dar ochiul percepe până la 17 tonuri. Această cifră nu este valabilă pentru toate culorile, având în vedere sensibilitatea spectrală a ochiului, care face ca luminozitatea culorilor să prezinte diferențe de receptare (fig.2.6).

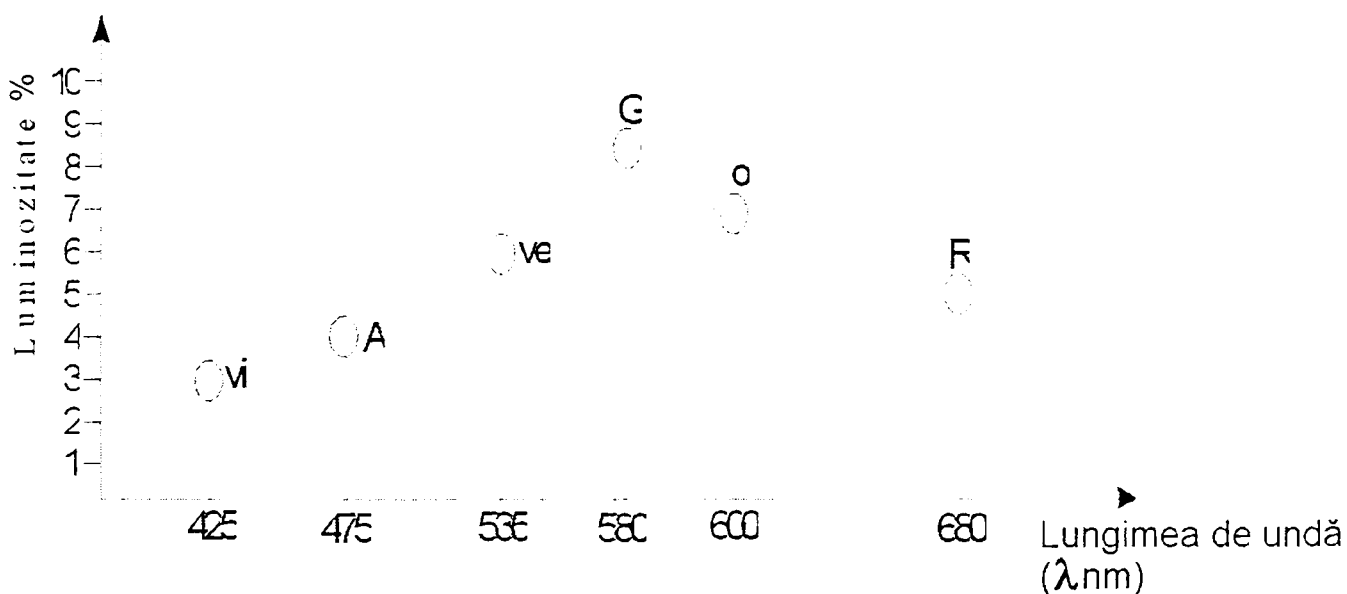


Fig.2.6

Astfel, galbenul în amestec cu albul, va da nuanțe foarte apropiate, dar în amestec cu negrul acestea vor fi foarte îndepărtate. Efectul invers se manifestă în cazul violetului. Undeva, la orange-roșu, pașii de amestec egali corespund percepției unor salturi de ton egale. În aceste condiții se propune un număr mediu de tonuri egal cu 9. Pentru obținerea tonurilor se preferă scara logaritmică și nu cea aritmetică.

Autorul a realizat practic mai multe scări ale griurilor (aritmetică, geometrică și logaritmică) în culori tempera. Acestea au fost măsurate spectrofotometric.

După ce au fost analizate mai multe considerente de ordin lingvistic și au fost definite

principalele caracteristici ale culorilor se poate concluziona că acest studiu a fost extrem de laborios și că prin elementele de noutate puse în valoare reprezintă o contribuție originală în studierea terminologiei cromatice.

Amplul studiu bibliografic întreprins asupra celor mai importante date referitoare la definirea terminologiei utilizate, a permis cunoașterea tendințelor existente pe plan mondial. El a constatat multe limite în exprimare și chiar confuzii terminologice.

Analiza făcută asupra studiilor întreprinse de unii autori de notorietate, din mai multe țări unde există preocupări sistematice în studiul fenomenelor cromatice, a fost extrem de relevantă.

Datele sistematizate aparțin unor specialiști : lingviști, pictori, psihologi, medici, fizicieni, chimiști, matematicieni.

Totodată, autorul a realizat mai multe scări de amestec, având la bază pe lângă măsurări spectrofotometrice și colorimetrice tricromatice realizate în Laboratorul de Chimie Anorganică al Academiei Române, Filiala Timișoara și un suport matematic adecvat. Au fost obținute scări de amestec folosind principiul ARITMETIC, GEOMETRIC al secțiunii de aur și LOGARITMIC.

Autorul propune introducerea a doi termeni noi și anume CLARITATEA ȘI PROFUNZIMEA. Acest lucru permite o diferențiere mai evidentă asupra calităților pe care o culoare pură le poate dobândi în amestec cu acromaticele: ALB, GRI MEDIU, NEGRU.

*„Evoluția este legea vieții, numărul este
legea universului, unitatea este legea lui Dumnezeu”
Pitagora*

CAPITOLUL 3

3.STUDIUL ANALITIC AL PRINCIPALELOR SISTEME CROMATICE – SCURT ISTORIC ILUSTRAT

3.1. Generalități

Sistemele de culoare reprezintă colecții de eșantioane de culori, dispuse după legi interioare, specifice fenomenului cromatic și care poartă caracteristicile unui timp, unui loc și unei culturi.

Sisteme de culoare au fost alcătuite încă din antichitate, au evoluat în complexitate pe parcursul timpului și, multă vreme, au avut un caracter empiric, nefiind însoțite de sisteme matematice de coordonate, care să permită determinări biunivoce între culoarea în sine și numele ei.

3.2. Sisteme de culoare bidimensionale

Cele mai simple sisteme de culoare sunt cele bidimensionale. Acestea, într-un contur dreptunghiular, circular, triunghiular sau de altă formă plană, înscriu culorile și tonurile dintre ele, într-un număr și într-o ordine specifice fiecărui autor.

În tabelul 3.1 sunt ilustrate 56 de sisteme de culoare plane, care acoperă, practic, întreaga istorie a culorii. Atașat fiecărei figuri, există câte un tabel explicativ, în care sunt precizate –în măsura în care informațiile au fost accesibile:

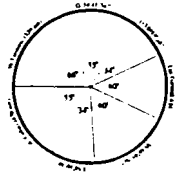
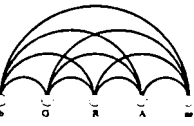
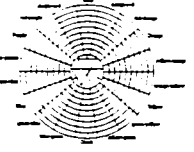
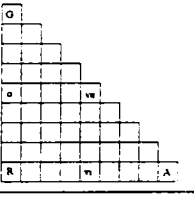
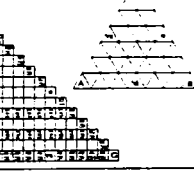
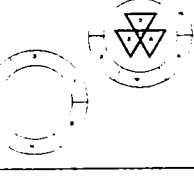
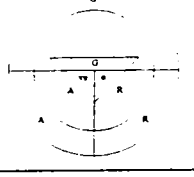
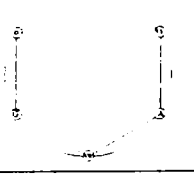
- numele și prenumele autorului
- date biografice
- țara de origine
- profesia autorului
- denumirea sistemului
- forma geometrică a sistemului
- observații (numărul de tonuri cromatice folosite, precum și anul publicării)

SISTEME DE CULOARE BIDIMENSIONALE

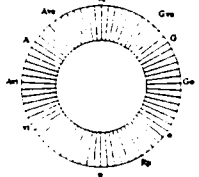

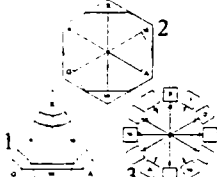
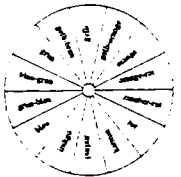

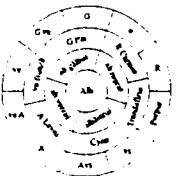
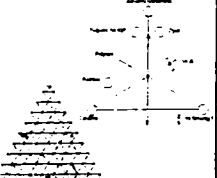
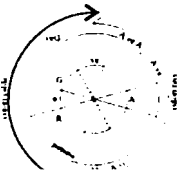
Tabelul 3.1

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
1	EMPEDOCLES	495-435 î.Hr.	Grecia	Filosof			
2	DEMOCRIT	460-370 î.Hr.	Grecia	Filosof			
3	ARISTOTEL	384-322 î.Hr.	Grecia	Filosof			Despre culori
4.1 4.2	LEONARDO, DA VINCI	1452-1519	Italia	Pictor			4 principale 3 acomatice
5.1 5.2 5.3	GIAMBADISTA, DE LA PORTA	1538-1615	Italia	Om de știință			1593
6	AQUILONIUS, FRANCISCUS FRANCOIS	1567-1617	Belgia	Fizician iezuit			1613
7.1 7.2	WALLER	1656-1684	Germania				1648
8	ZAHNN, JOHAN	1641-1707	Germania	Matematician Fizician	Triunghiul culorilor (primul)		1684

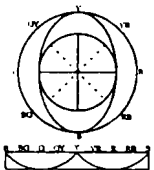
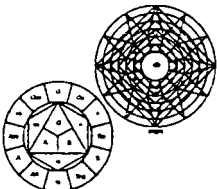
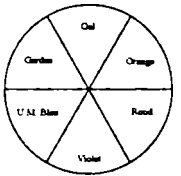
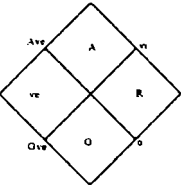
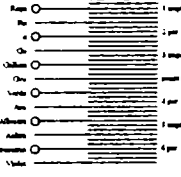
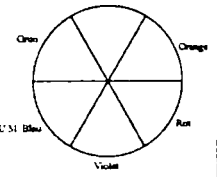
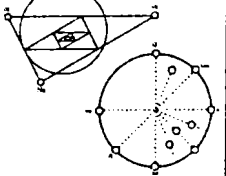
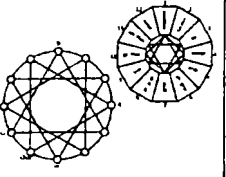
Tabelul 3.1 (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
9	NEWTON, ISAAC	1643-1727	Germania	Fizician	Cercul culorilor (primul)		Inegal 7 tonuri 1705
10	KIRCHER, ATHANASIVS	1601-1680	Germania	Fizician	Semicerc		15 tonuri 1671
11	HARIS, MOSES	1731-1785	Germania	Pictor.entomolog			1770
12	LAMBERT, JOHAN HEINRICH	1728-1777	Franța	Filosof Fizician Matematician	Triunghi		45 (91) 1772
13.1 13.2	MAYER, TIBIAS	1723-1762	Germania	Astronom Matematician	Triunghi"		91 1775
14.1 14.2	GOETHE, JOHAN WOLFGANG	1749-1832	Germania	Poet	Cerc cu 6 culori egale		6 1793
15.1 15.2	TURNER, WILLIAM	1775-1851	Anglia	Pictor	Diagrama culorilor		5 2 1806
16.1 16.2	RUNGE, PHILIP OTTO	1777-1810	Germania	Pictor	Triunghiul culorilor Cercul culorilor		3 6

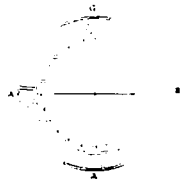
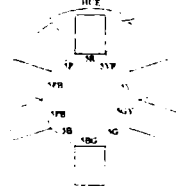

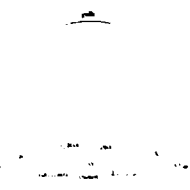
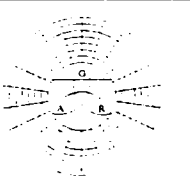
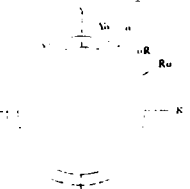
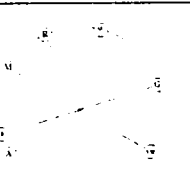
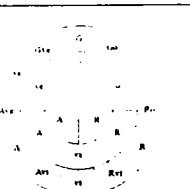
Tabelul 3.1 (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
17.1 17.2	CHEVREUL, MICHAEL EUGENE	1786-1889	Franța	Chimist	Cercul de culoare		72 tonuri 1839
18	SCHOPENHAUER, ARTHUR	1788-1860	Germania	Filosof	Cercul cantitativ		6 tonuri
19.1 19.2 19.3	DELACROIX, EUGENE	1798-1863	Franța	Pictor	1. Triunghiul culorilor 2. Hexagonul culorilor 3. Cesul culorilor		12 6 6
20	HERSCHEL, WILLIAM (sir)	1738-1822	Origine germană Anglia	Astronom			1817
21	ADAMS, RUDOLPH	1820-1865	Germania	Pictor Filosof	Acordeonul cromatic Cerc 18		24 1865
22	HERMHOLZ, HERMAN LUDWIG FERDINAND von	1821-1894	Germania	Fizician Fiziolog	Cercul 18		21 Teoria Tricromatică -prim Aditiv- Substractiv inițiator C.I.E 1933
23.1 23.2	MAXWELL, JONES CLERK	1831-1879	Anglia	Fizician	Triunghi		51 precursor C.I.E. 1857
24	ROGADEN	1831-1902	SU	Fizician	Cerc		10-22 1881

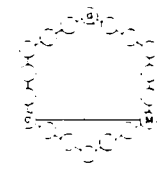
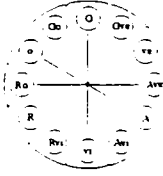
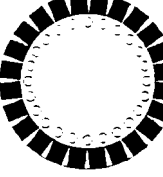
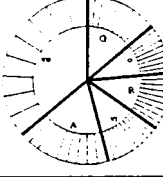
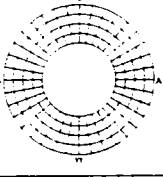



Tabelul 3.1 (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/TARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5.1	5.2	6
25	H... G... W...	1834-1898	Germania	Medic Pedagog	Cercul cu 12 culori		4 bază pt. N.C.S. 1874
25.1 25.2	ITTEN, JOHANNES	1873-1967	Germania	Pictor Pedagog	Cercul cu 12 culori Steaua		2 1961
26	VINCENT, VAN GOGH	1853-1890	Origine olandeză Franța	Pictor			1970
27	HOPFLER, KARL	1873-1955	Germania	Pictor			1883
28	VIBERT, JEAN GEORGES	1840-1904	Franța	Pictor Dramaturg	Scală cromatică lineară		37 1891
29	WUND, WILHELM	1832-1920	Germania	Filosof Psiholog			1893
30.1 30.2	SERUSIER, PAUL	1865-1927	Franța	Pictor	Cerc cromatic		4 1910-1912 1895
31.1 31.2	HOLZER, ADOLF	1853-1934	Germania	Pictor Pedagog	Cercul cu 12 culori		12 profesor Itten 1904


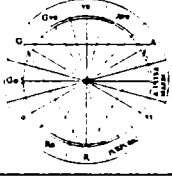
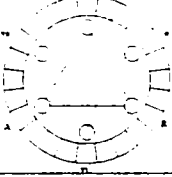
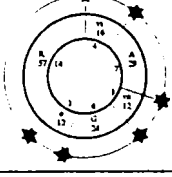
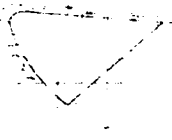
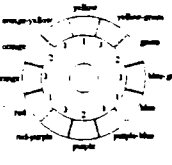
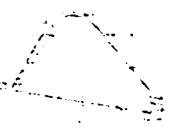


Tabelul 3.1 (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
32	OSWALD, WILHELM	1853-1938	Germania	Chimist	Cerc		Baze Rood 1919
33	MUNSELL, HENRY	1859-1918	USA	Fizician Pictor	Cerc		10 1913,1943
34	KANDINSKY, VASILII	1866-1944	German de origine rusă	Pictor	Cercul contrastelor		6 2
35	KLEE, PAUL	1879-1940	Origine elvețiană Germania	Pictor Pedagog	Canonul tonalităților		12 1924
36	ALBERT, BOURGES R.	1881-1955	SUA	Fotograf			1918
37	PLOCHER	1881-1955					1948
38	ARNHEIM, RUDOLF	Contemporani	SUA	Psiholog	Cercul culorilor		10 1964
39.1 39.2	ADLLER, L. SOLOMON, Z. ENACHE, C.	Contemporani	România	arhitectii			1960

Tabelul 3.1 (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA naștere/deces	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
40	HITCHER, ALFRED	Contemporan	Franta	Om deștiintă	Cercu culorilor		18 1964
41	S.P.C.C. – sistemul practic al coordonării culorilor	1920-1966	Japonia	Sistem cromatic			12 1964
42	T.G.L. L1 579	Contemporan	Germania	Sistem cromatic	Cerc 24		24 1965
43	NEMESLUS, ANTAL	Contemporan	Ungaria	Pedagogic	Cerc inegal		48 1965
44	GRUMBACHER, M.	Contemporan	SUA	Ghid de utilizare a culorii	Color compas		36 1972
45	GERICKE, LOTAR	Contemporan	Germania	Pedagogic	Farben atlas		12 1973
46	DEMALDER, DURLON	Contemporan	Belgia		Cerc		24 1974
47	GERITSEN, FRANS	Contemporan	Olanda		Cerc		18, 54 1975



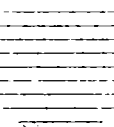



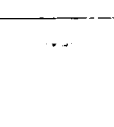

Tabelul 3.1 (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA naștere/deces	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
48	NCS – Natural color system – HARD ANDRES	Contemporan	Suedia		Cerc		40 1978-1988
49	L'OFFICIEL DE L'AUTOMOBILE Revistă nr. 2 1981		Franța		Cerc armonic		72 după Chevreul 1981
50	ARNOLD, WOLFGANG	Contemporan	Germania	Pedagog	Cercul culorilor		24 1982
51	ANTAL, A. MUREȘAN	Contemporan	Ro...ân	Psiholog			1983
52	STILES, W.S.	Contemporan	Anglia		Diagrama U.C.S. a C.I.E.		1960
53	ZELANCI PAUL FICHER, MARY PAT	Contemporani	SUA				1996
54	BRECKENRIGE, SCHAUS	Contemporan			R.U.C – rectangular uniform chromaticity		
55	SCHRODINGER, E.	1887-1960	Austria	Fizician	Triunghi în linie geodezică		1920
56	TOFT, PETER	Contemporan			Culori armonice		

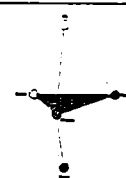

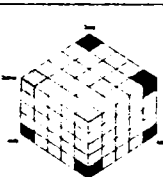

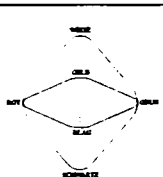
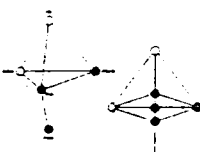


3.3. Sisteme de culoare tridimensionale

Tot în domeniul istoriei cromatologiei se înscriu și modelele tridimensionale, descrise în cele ce urmează. Aceste modele au apărut pe la jumătatea secolului al XVIII-lea și au evoluat până în a doua jumătate a secolului XX. O colecție de 20 de astfel de modele este prezentă în figurile, însoțite de scurta descriere din tabelul 3.2



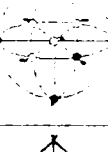
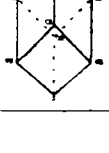
Tabelul 3.2.

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5.1	5.2	6
1	Mayer, Tibias	1723-1763	Germania	Astronom Matematician	"TETRAEDRU DUBLU"		1750
2	Lambert, Johan Heinrich	1723-1777	Germania	Filosof Matematician Fizician	"PIRAMIDA CULORILOR"		1772
3	Runge, Philip Otto	1777-1810	Germania	Pictor	"SFERA" prima		1810
4	Chevreul, Michael Eugene	1780-1889	Franta	Chimist	"SEMISFERĂ CROMATICĂ"		1839
5	Hermholz, Herman Ludwig, Ferdinand	1821-1894	Germania	Fizician Fiziolog	"MASZANIEM"		
6	Wund, Wilhelm	1832-1920	Germania	Filosof Psiholog	"SFERĂ"		1876
7	Wund, Wilhelm	1832-1920	Germania	Filosof Psiholog	"PIRAMIDĂ"		1893
8	Benson, ...iliams		Anglia		"CUB" primul		1869

Tabelul 3.2. (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERIAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5,1	5,2	6
9	Maxwell, Jones Clerk	1831-1879	Anglia	Fizician	"TETRAEDRU DUBLU"		Autorul teoriei electromagneti ce a luminii 1855-1872
10	Benzold, Wilhelm von	1887-1907	Germania	Fizician Meteorolog			1876
11	Charpantier, Gustave	1860-1956	Franța	Compozitor	"CUB"		1885
12	Rood, Ogaden	1831-1902	SUA	Fizician	"CONUL CULORILOR"		
13	Ebbinghams, Herman	1850-1909	Germania	Psiholog			1902
14	Hoffer, Karl	1787-1955	Germania	Pictor	"TETRAEDRUL DUBLU" "OCTAEDRUL DUBLU"		1883-1905
15	Pope, Arthur		Anglia				1929-1931
16	Son, Johan		Anglia				1939

Tabelul 3.2. (continuare)

Nr.ctr.	AUTOR	PERLAODA	ORAȘ/ȚARĂ	DOMENIUL	REALIZARE		OBSERVAȚII
	Nume și prenume				Denumire	Formă	
0	1	2	3	4	5.1	5.2	6
17	Klee Paul	1879-1940	Origine elvețiană Germania	Pictor Pedagog	"CANONUL TONALITĂȚILOR"		
18	Ippen Johanes	1888-1967	Germania	Pictor Pedagog	"SFERA"		1961
19	Henry Pfeifer	Contemporan	Germania		"SFERA IDEALĂ A CULORILOR"		1966
20	Alfred Kupers	contemporan	Franța	Doctor în științe și medicină	"CUB"		1972

3.4. Sisteme cromatice

Sistemele cromatice, deși au la bază unele dintre sistemele de culoare prezentate anterior, se deosebesc de acestea prin faptul că includ un număr mult mai mare de culori (de ordinul miilor), se bazează pe măsurări spectrofotometrice și poartă amprenta unui loc geografic bine determinat și a culturii caracteristice locului. Astfel, există sisteme cromatice proprii unor state cum ar fi: SUA, Germania, Japonia, Anglia, Franța, Italia, Finlanda, Suedia, Belgia și Ungaria. Aceste sisteme reflectă trăsăturile culturale ale unui popor, dar și potențialul tehnologic-industrial al acestuia.

Sunt prezentate, în mod sintetic, zece astfel de sisteme cromatice Tabelul .3.3. Tabelul conține date referitoare la:

- numele și prenumele autorului, date biografice și țara de origine
- forma geometrică a sistemului
- forma spațială
- numărul de - tonuri cromatice (T.C.)
 - grade de luminozitate (L)
 - grade de saturație (S)
 - numărul de tonuri
- forma de codificare
- anul publicării

PRINCIPALELE SISTEME CROMATICE

Nr.ctr.	1	Forma de bază	Forma spațială	Caracteristici				Codificare	Observații
				T.C.	L.	S.	Total		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Oswald Wilhelm 1853-1932 Germania			24	5	5	943	W c P B	Bază Rood
2	Munsell Henry 1878-1918 SUA, Japonia, Anglia			10 (---)	9 (.)	5 (.)	1325	R, YR, Y, Y, GY, BG, B, BP, P, RP T, L, S 5 R 10	- elev Rood - Sistem sferic Runge - Principiu Helmholz 1913-1915
3	S.P.P.C. Sistemul practic al coordonării culturilor 1920-1966 Japonia			12	7	9	108		1966
4	Hiketier Alfred "Cub de culoare" 1942 Franța			18	10	10	1000		1964
5	T.G.L. Zeugner Gerhard 1965 Germania			24	10	6	176	H K T	1965
6	N.C.S. "Natural color system" Hard Anders Svesk standard SS 019102 Suedia			40	9	9	16000 2640 1412	20. 30. Y30R L. S. TC	Bază Hering 1968
7	"Szinoid" "Coloroid" Nemecsics Antal 1972-1992			48	10	6	1776 364 210	A= A.B.C. B=S.00.0.0 C=1	1992 1972
8	Farbenatlas Arnold Wolfgang 1974-1981 Germania			9	9	4	537	T+K-10=R	1981 1974
9	Scara uniformă de culoare Nickerson 1978 SUA			12	12	12	558 398 424		Bază Munsell
10	"Eurocolor" 1983 Suedia			20 1000	10 100	10 100	2000 10,000,000	TC. L. S. 250 80 70	Conform DIN 6164 Computer 1983

În figura 3.1 se prezintă un studiu comparativ al principalelor sisteme cromatice:

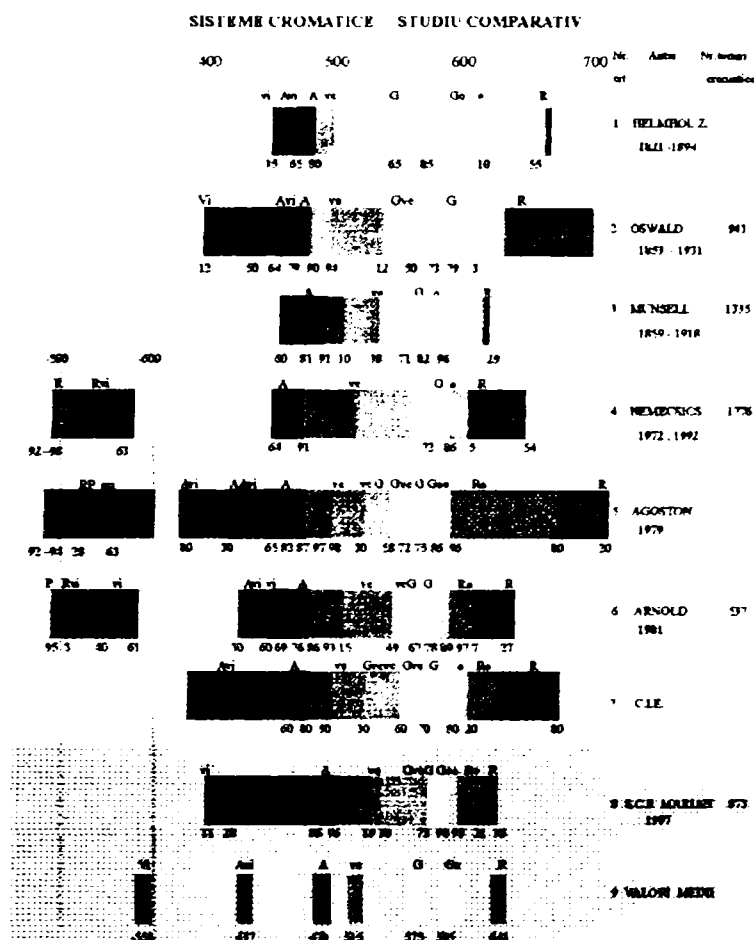


Fig. 3.1.

În urma prezentării și analizei tuturor modelelor bi și tridimensionale găsite de autor în literatura de specialitate - peste 150 - se poate desprinde, concluzia că această problemă a fost una deosebit de importantă pe parcursul a peste două secole de investigații.

Constatăm de asemenea imaginația deosebită a autorilor modelelor propuse, precum și diferențele clare de la o țară la alta.

În urma analizei caracteristicii λ (lungimea de undă) a culorilor putem constata o variație destul de mare atât a situării culorilor de bază, dar și a lățimii franjei percepute.

Pentru a încerca sistematizarea acestui vast material, autorul a efectuat calcule matematice în vederea găsiți valorii medii aritmetice pentru culorile primare și secundare. Acestea pot fi văzute la poziția 9 din figura 3.1.

Sistemul cromatic, propus ținând cont de specificitatea condițiilor identificate în România și prezentat în detaliu în capitolul 6, conține un număr de 1737 culori suficient de mare pentru a putea fi aplicat cu succes. Valorile culorilor se situează într-un domeniu acceptabil de toleranță. Din păcate, acest sistem este dependent de calitatea pigmentilor fabricați, precum și de constanța caracteristicilor obținute în producție. Aceste calități au fost din ce în ce mai slabe în ultimii 10 ani.

Motto
„Cele 7 minuni ale lumii sunt cele 7 culori”
Lucian Blaga

CAPITOLUL 4

4. AMESTECURI . ACORDURI CROMATICE

4.1. Considerații generale

În urma analizelor sistematice efectuate asupra scrierilor mai multor autori se disting două tipuri de amestecuri intercromatice și anume unele care au la bază amestecul LUMINILOR COLORATE și altele pe cel al PIGMENTĂILOR (pulberi colorate).

Amestecurile care au la bază lumina colorată pot fi divizate în două categorii distincte și anume obținerea unei culori prin însumarea componentelor - AMESTECUL ADITIV și obținerea culorii prin scăderea succesivă a componentelor - AMESTEC SUBSTRACTIV Fig. 4.1. În domeniul amestecurilor pigmentare din culorile primare roșu, galben, albastru se obține griul mediu neutru (Fig. 4.1.b)

Psihologul american Rudolph ARNHEIM intuiește [A 7] acest lucru , dar nu îl exemplifică.

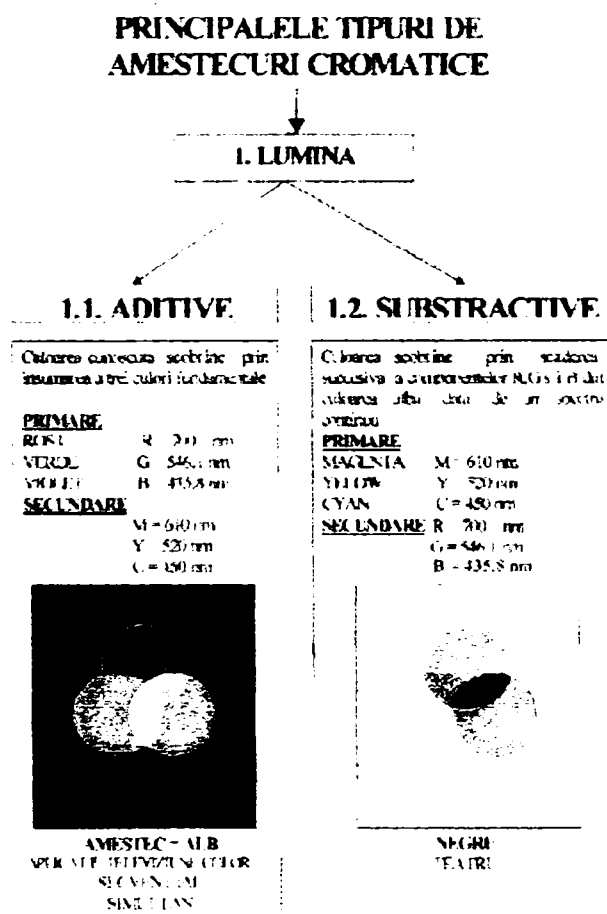


Fig.4.1.a

2. PIGMENT

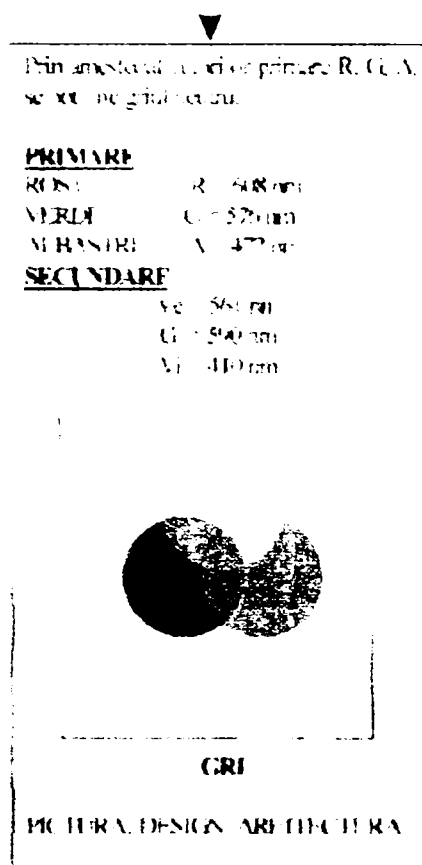


Fig. 4.1.b

Analizele din prezenta lucrare au în vedere numai amestecurile pigmentare.

4.2. METODE DE OBTINERE A AMESTECURILOR CROMATICE

Problema obținerii unei palete cromatice cât mai bogate a preocupat pe majoritatea specialiștilor în domeniu. Astfel în domeniul plastic cu cât sunt folosite mai multe tonuri cromatice cu atât posibilitățile de expresie sunt mai subtile și se apropie tot mai mult de mesajul care se dorește a fi transmis.

Aproape fiecare artist a folosit o paletă proprie de tonuri, care conținea și tonurile cele mai apropiate de preferințele sale. Nu lipseau acromaticele, alb și negru.

Ideal este ca pomind de la un număr mic de tonuri cromatice și acromatice, fiecare artist să aibă calitățile necesare de a obține cât mai multe culori posibile. În același timp aceste culori să fie și culori pe care numai acel artist le folosește în opera sa.

Printre cei mai mari colorişti ai tuturor timpurilor se enumeră pictorii: VERMER van DELFT, William TURNER, Eugene DELACROIX, Henri MATISSE, Paul SIGNAC, Paul KLEE și mai recent Victor VASARELY și HUNDERTWASSER.

Unul dintre cei mai importanți pedagogi ai învățământului de artă pictorul JOHANNES ITTEN în lucrarea sa *“ARTA CULORII – Trăiri subiective și recunoașteri obiective pe drumul*

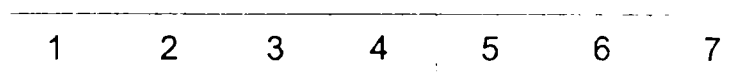


Fig 4.3.1.

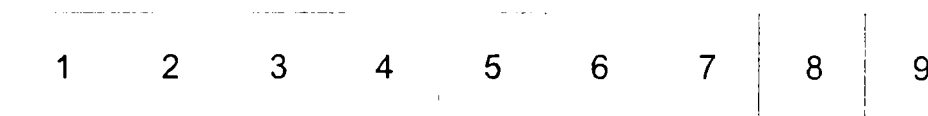


Fig 4.3.2.

Aceste tipuri de amestecuri sunt cele mai utilizate în literatura de specialitate.

O altă modalitate diferită ca reprezentare este aceea a utilizării unor triunghiuri echilaterale dispuse unul lângă altul. Principiul de amestec rămâne același ca și la celelalte reprezentări, Fig.4.4.

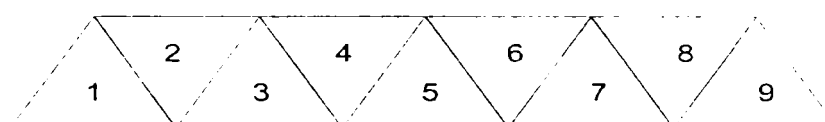


Fig. 4.4.

Această reprezentare este mult mai rar utilizată, dar este important ca ea să fie cunoscută. Ea permite utilizarea unor amestecuri ternare.

O altă modalitate de reprezentare a unor amestecuri de culori aflate pe o dreaptă se poate considera și pe aceea din fig. 4.5.:

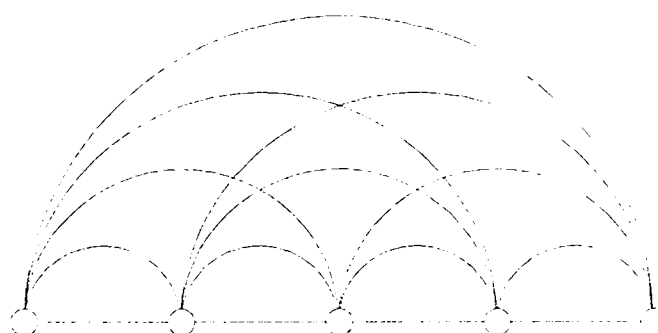


Fig. 4.5.

Acest tip de amestec a fost folosit încă din 1593 de către italianul Giambatista de la PORTA și de către fizicianul german KIRCHER în 1671.

Modelul a fost denumit "SEMICERC" și prezintă avantaje față de celelalte modele. Astfel dacă se consideră în fiecare din cele cinci cercuri de pe linia de bază că există culori diferite, se pot obține trepte de amestec care conțin 4, 3, 2 și 1 culori, rezultând în total 10 culori noi.

Se consideră că o bună stăpânire a amestecurilor unidirecționale, poate fi comparată cu studiul gamelor din învățarea oricărui instrument muzical. Aceste exerciții pot constitui fundamentul cunoașterii sistematice în domeniul culorilor.

Culorile folosite pentru obținerea acestor tipuri de amestec sunt în general acelea în care între culori există mari diferențe:

- ALB – NEGRU
- PRIMARE
- COMPLEMENTARE
- CULOARE – ALB
- CULOARE – NEGRU

4.2.2. METODA PLANURILOR DE AMESTEC

4.2.2.1. METODA TRIUNGHIULUI

Această metodă de a reprezenta în plan posibilele amestecuri de culoare apelează la formele geometrice poligonale, triunghi, pătrat, romb, hexagon dar și cercul.

O caracteristică a tuturor acestor forme de reprezentare o constituie faptul că ele se bazează pe una din dreptele de amestec prezentate în paragraful anterior.

Toate aceste reprezentări care pot fi numite și MULTIDIRECȚIONALE conțin trei, patru, cinci, șase sau mai multe drepte de amestec.

Prima reprezentare este aceea a triunghiului, Fig 4.6.

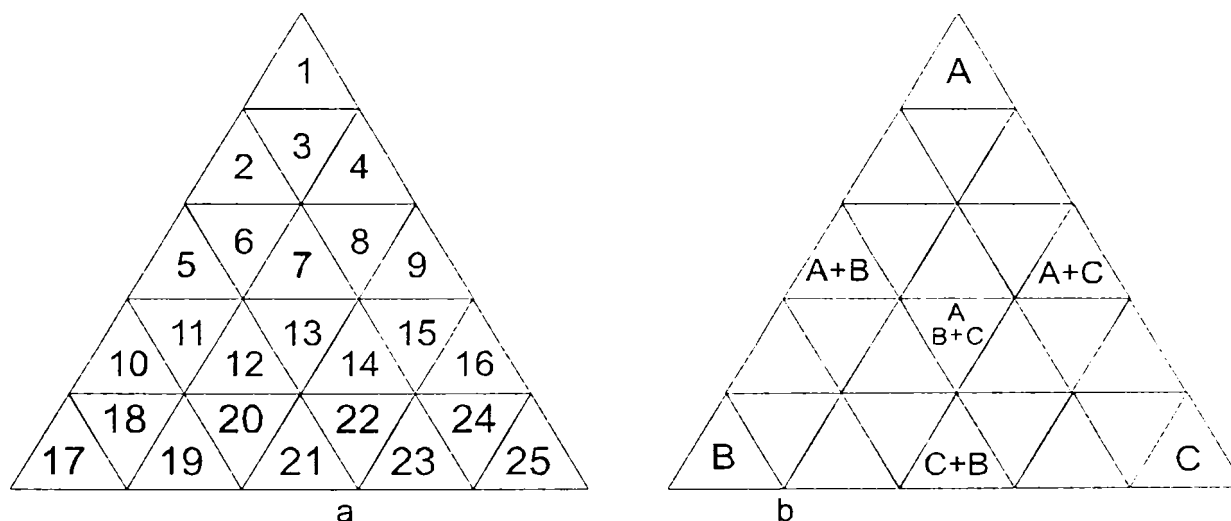


Fig. 4.6.

Pentru a putea compara soluțiile prezentate se va diviza fiecare latură a poligoanelor în cinci părți egale. Va rezulta astfel o divizare a triunghiului echilateral în alte 25 de triunghiuri mai mici. În vârfurile triunghiului pot fi folosite trei culori diferite. Se descompune astfel triunghiul în trei direcții de amestec. În figura 4.6. b sunt prezentate codificările literale ale amestecurilor formate din 3 tonuri cromatice diferite.

Acest sistem de reprezentare a fost folosit pentru prima dată în istorie de către matematicianul german Johan ZAHN în 1684. Sistemul a mai fost folosit și de către matematicienii MAYER (1775)[C₁₁] și de către fizicianul englez MAXWELL în 1857[K₆].

4.2.2.2. METODA PĂTRATULUI

Pătratul a fost folosit și el pentru a încerca o reprezentare cât mai elocventă a posibilelor amestecuri cromatice (Fig. 4.7.):

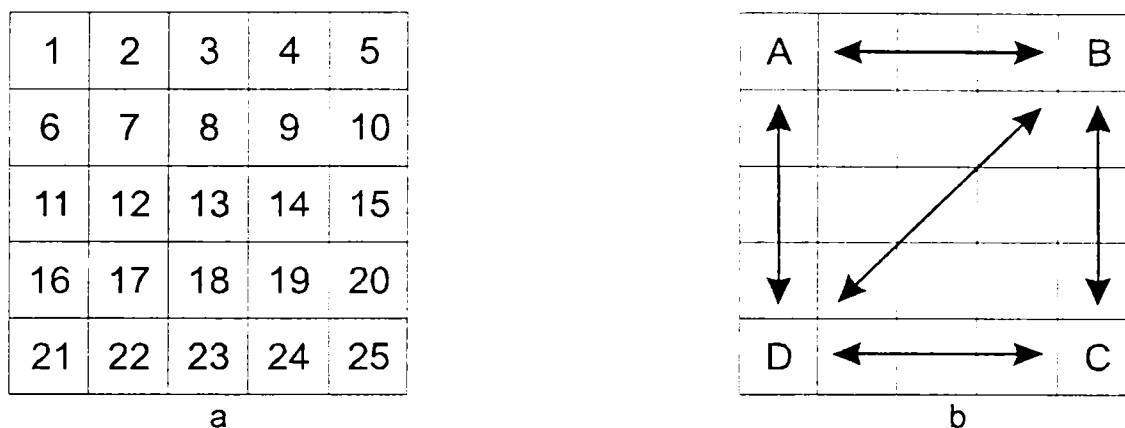


Fig.4.7

După cum se poate constata un pătrat conține patru drepte de amestec la care se poate adăuga și diagonală. În vârfurile pătratului pot fi amplasate patru culori diferite sau două culori și două acromatice, de obicei albul și negrul. Acest model permite obținerea pe lângă cele patru culori de pornire și a încă 21 de tonuri de amestec. Prima utilizare în istorie a acestui model îi aparține germanului WÄLER și a fost propusă încă în 1648[K₆].

O variantă a reprezentării sub formă de pătrat o constituie aceea a ROMBULUI (fig. 4.8.):

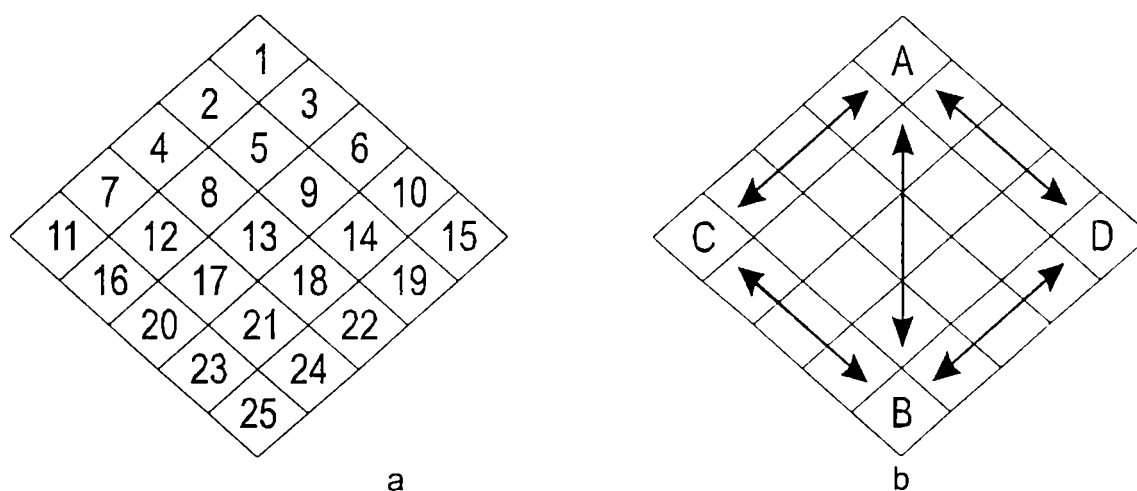


Fig. 4.8.

Ea este o dispunere dinamică (pe diagonală) a pătratului și cu o schimbare unghiulară diferită de 90°.

Numărul direcțiilor de amestec și al tonurilor obținute este identic cu acela al pătratului.

Această reprezentare a fost utilizată pentru prima dată de WALLER în 1689[K₆].

De obicei pe axa verticală se pot dispune acromaticele ALB sus și NEGRUL jos. În celelalte două vârfuri pot fi dispuse alte două culori. Prin divizarea rombului în triunghiuri

modelul poate fi echivalat cu două triunghiuri alăturate.

4.2.2.3. METODA HEXAGONULUI

Un alt poligon folosit pentru reprezentarea amestecurilor cromatice îl constituie HEXAGONUL (Fig. 4.9.):

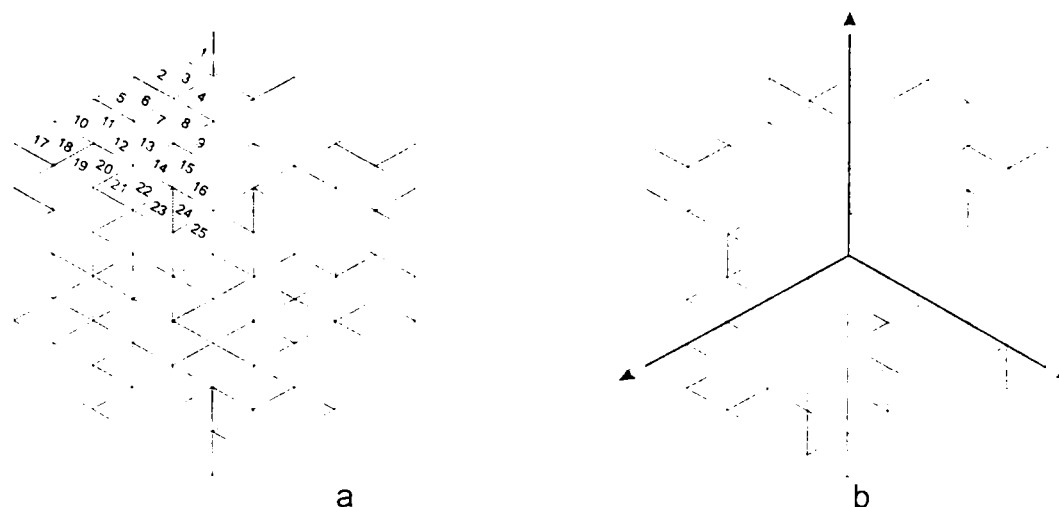


Fig. 4.9.

Acest model este constituit din alăturarea a șase triunghiuri de amestec și este constituit din 150 de trepte de amestec.

Cel care utilizează acest model este pictorul francez EUGENE DELACROIX.

4.2.2.4. METODA CERCULUI

Cea mai utilizată formă geometrică este aceea a CERCULUI (Fig. 4.10.):

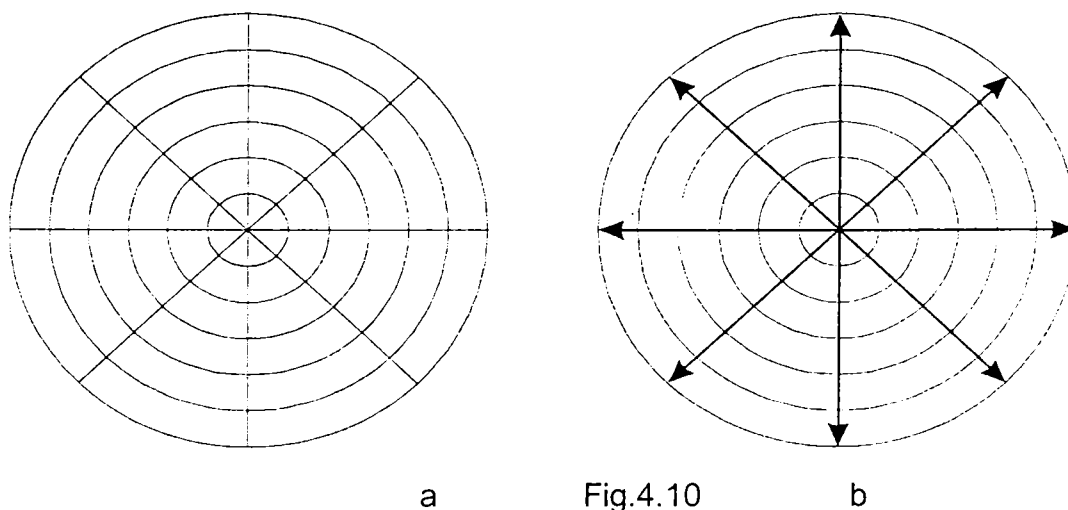


Fig.4.10

.Acesta, fiind o formă de rotație, în funcție de numărul de diviziuni practicate, poate avea aproape o infinitate de direcții de amestec precum și un număr nelimitat de tonuri.

De obicei pe exteriorul cercului sunt dispuse tonurile cromatice, iar în interior griul mediu.

Pentru aceste amestecuri este de preferat divizarea câmpului într-un număr par de

componente (2, 4, 8, 12, 48, 60, 120 etc.)

Cel care utilizează pentru prima oară în istorie forma cercului este Leonardo da VINCI.

Alți autori deosebit de importanți sunt: Isaac NEWTON (1705), Eugene CHEVREUL (1839) precum și EDWALD HERING (1874).

4.3. ACORDURI CROMATICE, ARMONIA

4.3.1. PREZENTARE GENERALĂ

Una dintre cele mai dificile probleme în realizarea compozițiilor care au la bază efectele culorilor este aceea a stabilirii armoniilor culorilor.

Dacă în domeniul muzical s-a rezolvat atât problema notației cât și a regulilor clare și stricte, pentru crearea compozițiilor încă în urmă cu sute de ani, realizarea aceluiași lucru în domeniul vizual este complicată.

Tot domeniul muzical este acela care posedă discipline și tratate de specialitate care sunt studiate foarte atent clasele în care se învață compoziția.

În general prin armonie se înțelege o porțiune desăvârșită a elementelor unui întreg.

Se poate concluziona că pentru domeniul cromatic această definiție este extrem de vagă.

O altă definiție a armoniei în domeniul tonurilor muzicale arată că aceasta reprezintă “o îmbinare melodică a mai multor sunete și este parte a teoriei muzicale care studiază acordurile în compoziție”. Nici această definiție nu este de prea mare ajutor în studiul acordurilor cromatice.

Armonia în domeniul poeziei, se referă la acordarea vocalică, ca fiind “un fenomen fonetic care constă în potrivirea de timbru a vocalelor din elementele alcătuitoare ale unui cuvânt”. Această definiție se apropie mai mult de rigorile pe care fenomenul cromatic le impune stabilind elemente concrete.

Revenind la domeniul cromatic se pot reține câteva considerente:

Nu se pot crea armonii prin analogia termenilor puși în relație.

Armonia nu poate fi echivalată cu o balanță pusă în echilibru. Când balanța se află înclinată într-un anumit sens, crează o dominantă.

Armonia este mai mult decât un echilibru, este un echilibru dinamic dirijat, o simetrie a forțelor. Armonia rezultă din ordonarea în funcție de anumite legi a componentelor cromatice.

Se poate obține un efect cromatic armonic prin punerea într-un anumit raport (acord) a două sau a mai multor culori care se află mai aproape sau mai departe una de alta. Armonia nu constă în anihilarea unor constante, ci din acordarea acestora.

În această analiză este foarte importantă depășirea domeniului senzațiilor subiective și introducerea unor reguli sau legi obiective.

Culorile există datorită logicii lor proprii și conțin un spațiu propriu de expresie. Pentru a înțelege limbajul cromatic este foarte important să se descopere logica acestuia.

4.3.2. ISTORIC

Conceptul armoniei cromatice a cunoscut de-a lungul timpului mai multe modificări substanțiale. Acestea au fost influențate puternic și de principalele curente artistice care s-au succedat.

Poetul german GOETHE (1749-1832) consideră că cele mai reușite combinații artistice ar fi: G-A, G-R.purpuriu, A-R.purpuriu și O-vi; iar cele cu "efect lipsit de caracter" ar fi cele obținute prin alăturarea culorilor din cercul cromatic. Tot GOETHE consideră contrastele de culori complementare ca fiind RAPORTURI ARMONICE.

Filosoful și chimistul german W. OSTWALD, autor al sistemului de culoare care îi poartă numele pornea de la presupunerea că "două sau mai multe culori, pentru a se armoniza trebuie să fie egale sub raportul elementelor esențiale. Elementele esențiale erau considerate a fi "IDENTITATEA NUANȚEI și SATURAȚIA. Concluzia pe care OSWALD o formulează este că "toate nuanțele sunt concordante atâta timp cât au saturație egală".

Chimistul francez Michael Eugene CHEVREUL (1786-1889) director al manufacturii de tapiserie GOBELINS, a scris în 1829 lucrarea "Despre legea contrastului simultan al culorilor" în care autorul definește șase modalități de obținere a armoniei:

1. Legea contrastului nuanțelor de culori" – A pune culoarea pe o pânză este a colora cu nuanța complementară acesteia spațiul contingent cu ea. Această lege exprimă fenomenele de contrast simultan prin care două culori complementare se exaltă reciproc. În timp ce două culori calde juxtapuse se atenuază mutual, două culori reci juxtapuse se resping.
2. Culoarea albă dispusă alături de o culoare oarecare diminuează tonul acestei culori.
3. Negrul plasat alături de o culoare îi coboară tonalitatea.
4. Nuanța gri plasată alături de o culoare o face mai strălucitoare și în același timp nuanța gri primește culoarea complementarei.
5. Dacă o culoare închisă este pusă în contact cu o culoare deschisă, tonul culorii închise se ridică și acela al culorii deschise coboară.
6. Două suprafețe contingente de aceeași culoare în două nuanțe diferite produc un efect de clar obscur.

Aceste teorii ale lui CHEVREUL au fost preluate constructiv de pictorul și pedagogul Johannes ITTEN.

Se poate constata că din cele șase "legi ale culorilor" numai prima poate fi luată în considerare, celelalte cinci fiind doar explicații ale relațiilor care se stabilesc între culori și nonculori, și care nu au prea mare importanță în formarea de armonii.

Un alt autor care se preocupă în mod deosebit de aceste probleme este fizicianul american MUNSELL (1859-1918)

El formulează în lucrarea "A COLOR NOTATION" [M₃₀] apărută la Baltimore în 1946 cinci legi ale armoniei cromatice.

1. Tonul de culoare – Folosește cât mai puține tonuri de culoare posibil. Un singur ton, corect folosit poate fi expresiv. În cazul când se folosesc două sau mai multe culori, atunci alege sau colateralele sau contrastantele.
2. Luminozitate – Folosește împreună valori deschise și închise. În general o parte de valoare deschisă echilibrează 3-4 părți de valoare închisă.
3. Puritate – Folosește împreună o puritate mare cu una mai redusă. O parte de puritate mare va echilibra mai multe părți de puritate redusă.
4. Suprafață – reprezintă produsul dintre puritate și luminozitate. Astfel dacă W simbolizează o culoare și Z o alta, avem relația:

$$\frac{(\text{puritate} \times \text{luminozitate})W}{(\text{puritate} \times \text{luminozitate})Z} = \frac{S_z}{S_w}$$

în care S_z respectiv S_w sunt suprafețele asociate celor 2 culori

5. Armonia de culori – va fi atinsă dacă vor fi respectate oricare trei reguli din cele patru formulate anterior. Este permis de a folosi culori ce nu se echilibrează absolut în cenușiu, dacă se respectă regulile de puritate, luminozitate și suprafață. Pe de altă parte, legea purității poate fi parțial nerespectată, atâta vreme cât se urmează legea tonurilor de culoare, cea a luminozității și a suprafeței.

Se constată că cele cinci legi ale lui MUNSELL, sunt în general de fapt câteva recomandări pentru utilizarea culorilor, cea mai importantă ni se pare legea a patra, aceea a suprafețelor.

Pictorul francez Paul SERUSIER formulează în anul 1895 câteva principii ale acordurilor cromatice:

- două tonuri se înrudesesc dacă au comune cel puțin una din cele trei caracteristici ale culorii;
- două culori se acordă dacă sunt de aceeași :
 1. natură (*isocrome*) exemplu: albastrul de prusia - albastrul ceruleum;
 2. valoare (*isophlane*) exemplu: roșu închis - albastru închis;
 3. intensitate (*saturație*) exemplu: vermillion - albastru de prusia; sau sunt
 4. complementare (*una stinsă*) vermillion - gri verzui;

Omul de știință francez H. PFEIFER, profesor de cromatologie, formulează, în anul 1966, în lucrarea "L'harmonies des couleurs" [P₄], o metodă cromatică cu ajutorul căreia se poate înțelege mai bine armonia a două culori.

El distinge trei situații distincte:

1. ARMONIA DISONANTĂ – se creează când avem următoarele componente (Fig. 4.11.):

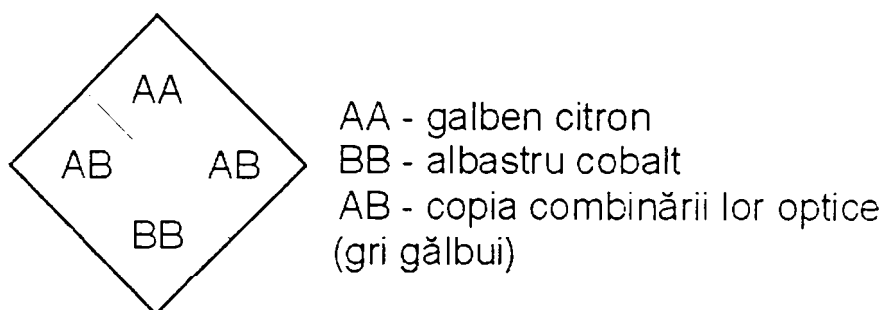


Fig. 4.11.

2. ARMONIA ASONANTĂ – se creează între două culori complementare de aceeași puritate (Fig. 4.12.)

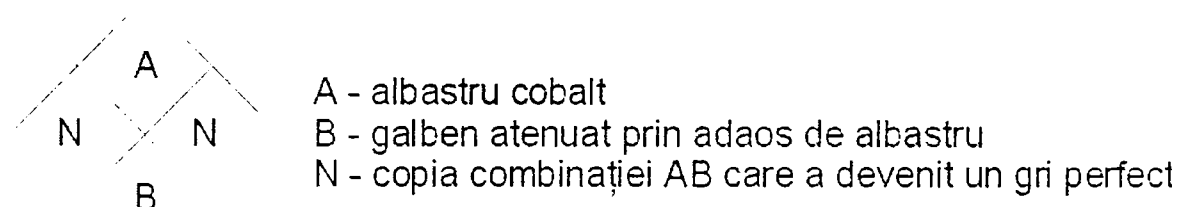


Fig. 4.12.

3. ARMONIA CONSONANTĂ – se creează când cele două culori au un element comun (Fig. 4.13.):

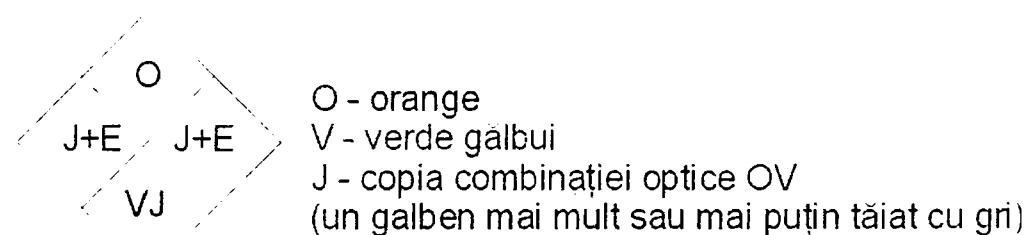


Fig. 4.13.

Pictorul român, stabilit în Italia, Camilan DEMETRESCU în lucrarea [D₈] încearcă să formuleze teoria balanței în echilibrul cromatic susținând “regula că întinderea unei pete de culoare trebuie să fie invers proporțională cu intensitatea sa cromatică. De exemplu o suprafață anumită de roșu este echilibrată cu o suprafață de roz de atâtea ori mai mare ca cea a roșului, de câte ori este mai decolorată prin degradarea cu alb.”

Metoda folosită pentru obținerea tonurilor intermediare este aceea a discurilor care se rotesc.

Un alt autor care abordează sistematic problema acordurilor cromatice este pictorul

Johannes ITTEN [1₂] în lucrare prezintă un capitol, despre această problemă. El definește acordul cromatic ca fiind "compunerea culorilor pe baza relațiilor caracteristice care pot servi drept bază pentru compoziții cromatice." ITTEN distinge patru situații distincte:

1. Acordul de două culori - În cercul cromatic cu 12 culori pe care îl propune, culorile diametral opuse sunt definite ca și culori complementare. Fiecare dintre cele șase perechi de culori formează acorduri cromatice (Fig. 4.14.):

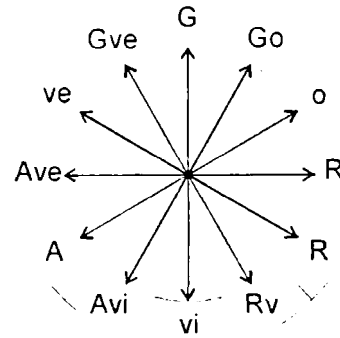


Fig. 4.14.

Acestea sunt: G-vi, Go-Avi, o-A, Ro-Ave, R-ve, Rvi-Gve.

2. Acordul de trei culori – Folosind ca bază același cerc cu 12 culori, se pot defini aceste acorduri prin culorile care apar în vârful unui triunghi echilateral (Fig. 4.15.):

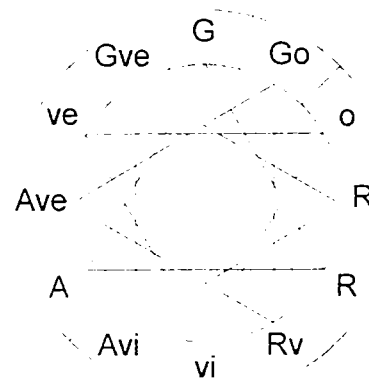


Fig. 4.15.

Se formează patru triunghiuri echilaterale în vârful cărora se află culorile: G-R-A, Go-Rvi-Ave, o-vi-ve, Ro-Avi-Gve.

3. Acordul de patru culori – Din același cerc se pot alege câte patru culori care se află în vârful unui pătrat înscris cercului (Fig. 4.16.)

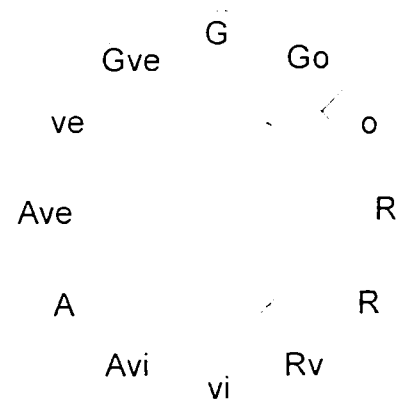


Fig. 4.16.

Din același cerc se aleg câte patru culori care se află în vârful unui pătrat înscris cercului. Rezultă trei pătrate care conțin câte două culori complementare: G-Ro-ve-Ave, Go-R-Avi-ve, o-Rvi-A-Gve.

Același principiu poate fi folosit și la obținerea unor acorduri cromatice mai complexe (care să conțină șase culori) în locul cercului cu 12 culori ITTEN propune folosirea unei sfere de culori la polii căreia să se afle albul și negrul.

4.4. METODE DE ELABORARE A SCĂRILOR DE AMESTEC

Filosoful german Arthur SCHOPENHAUER (1788–1860) este primul autor care face asocieri între CULORI și NUMERE. Fiind un admirator al teoriilor cromatice ale poetului GOETHE el sesizează pentru prima dată în *TRATATUL DESPRE CULORI* două tipuri de relații între culori, relații calitative și cantitative. El publică primul „CERC CANTITATIV” al culorilor compus din șase culori diferite. Împărțind cercul în 36 de părți egale el asociază pentru fiecare din culori următoarele valori (Fig. 4.17):

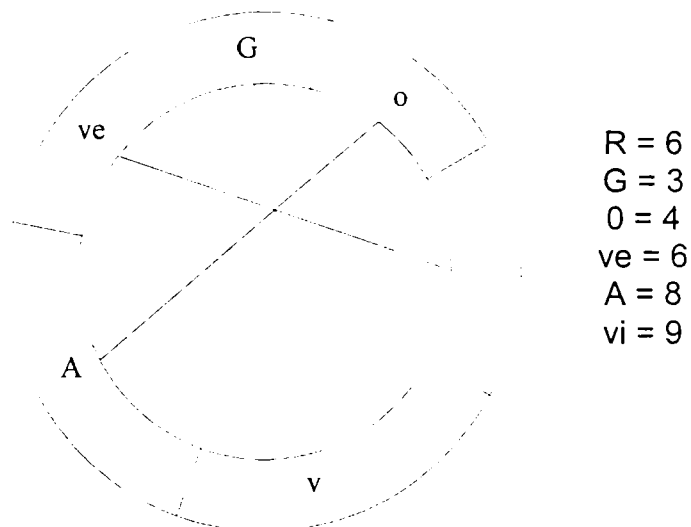


Fig. 4.17.

Cercul cantitativ al lui SCHOPENHAUER se bazează pe raportul invers proporțional între luminozitatea unei culori și suprafața ocupată de aceasta.

Rezultă patru principale perechi de culori complementare cu următoarele raporturi proporționale (Fig. 4.17.)

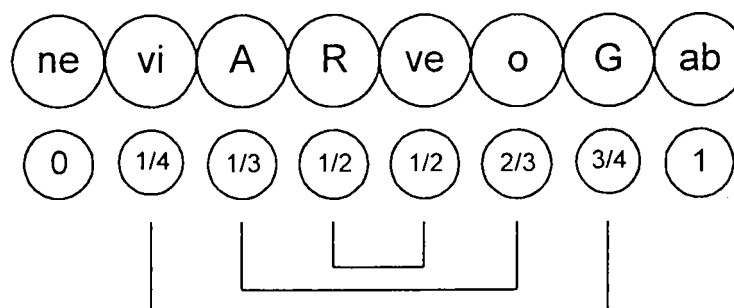


Fig. 4.18.

Același principiu este aplicat și de MUNSELL (1879–1918) în încercarea de a defini o nouă dimensiune a fenomenului cromatic și anume SUPRAFAȚA.

El susține că raportul între suprafață (S) și luminozitate (L) este invers proporțional, conform relației:

$$S \sim \frac{1}{L} \quad \text{sau} \quad \frac{(S \times L)W}{(S \times L)Z} \sim \frac{\text{Suprafața } Z}{\text{Suprafața } W} \quad (4.1)$$

unde W este o culoare, iar Z este o altă culoare.

Și în lucrările pictorului și pedagogului Paul KLEE [K₇] sunt prezente relații matematice. Acesta simțea nevoia între uneltele sale de lucru a *unui cântar de farmacist* sau de bijutier pentru a echilibra compozițiile sale.

Exegeții săi consideră [H₂] că într-o anumită parte a operei sale (lucrările *Timp dublu* 1920, *Eros* 1923) s-a folosit de calcule matematice simple.

O altă relație matematică aflată în literatura de specialitate între treptele senzoriale (N) ale tonurilor pure și al totalului tonurilor (T) pot fi exprimate printr-o lege simplă:

$$3N^2 = T$$

Pentru gama de culori propusă de chimistul francez CHEVREUL (1839) aceste valori sunt:

$$N=484 \quad T=14400 \quad 3N^2=1452$$

În 1937 Johansson TYAGVE, autorul sistemului cromatic scandinav, crede că dacă nu se vor crea bazele unui sistem rațional, exact și adaptat cerințelor practicii culorilor nu va exista posibilitatea de a pune culorile în mod serios în slujba omenerii.

Psihologul FECHNER formulează o lege de o importanță deosebită, ea acționează în toate domeniile fiziologiei simțurilor (văz, auz etc): „impresiile resimțite de organele simțurilor sunt proporționate cu LOGARITMUL EXCITAȚIILOR” [P₄].

Se observă că această lege a fost aproape universal verificată.

Pfeifer constată că „aplicarea unei astfel de legi permite construirea exactă a gamelor cu intervale egale numite GAME ARMONICE”.

Exemplul clasic folosit de Johan Sebastian BACH în muzică este acela al GAMEI CROMATICE TEMPERATE.

O altă regulă care ar putea sta la baza armoniei culorilor își găsește originea în fizică și se referă la o relație între frecvențe. Trei culori în armonie satisfac relația în frecvențe

$$\frac{v_1 + v_2}{2} = v_3 \quad \text{sau} \quad v_1 + v_2 = 2v_3 \quad (4.2)$$

în care v_1, v_2, v_3 reprezintă frecvențele celor trei culori.

Se poate afirma astfel că trei culori sunt armonice atunci când frecvența uneia reprezintă MEDIA ARITMETICĂ a celorlalte două.

Întrucât:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad , \quad \text{unde} \quad (4.3)$$

λ este lungimea de undă, și $c =$ viteza luminii, ν este frecvența

$$\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} = \frac{2}{\lambda_3} \quad \text{sa} \quad \lambda_3 = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2} \quad (4.4)$$

Prin înlocuire rezultă că:

unde $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, reprezintă lungimile de undă ale celor trei culori.

Extinzând calculele în domeniul numerelor naturale se poate alcătui o serie armonică: 2,3,6, ... deoarece :

$$3 = \frac{2(2 \times 6)}{2+6}$$

4.4.1. TIPURI DE SCĂRI

O altă metodă în obținerea unor acorduri cromatice o constituie realizarea de amestecuri între două culori ținând cont de principiul unor legi de creștere. În funcție de numărul și cantitatea elementelor constitutive se disting mai multe tipuri de scări:

4.4.1.1 SCARA ARITMETICĂ

Putem defini scara aritmetică, ca fiind un șir de numere în care un termen se deduce din precedentul adăugându-i un număr fix numit RAȚIE. O progresie aritmetică este definită când se cunoaște primul termen a și rația r .

Termenul general al progresiei are expresia:

$$a_n = a_1 + (n-1)r \quad (4.5)$$

Conform legii de percepție WEBER-FECHNER o scară aritmetică este percepută cu un efect psihologic diminuat conform Fig. 4.19. a,b

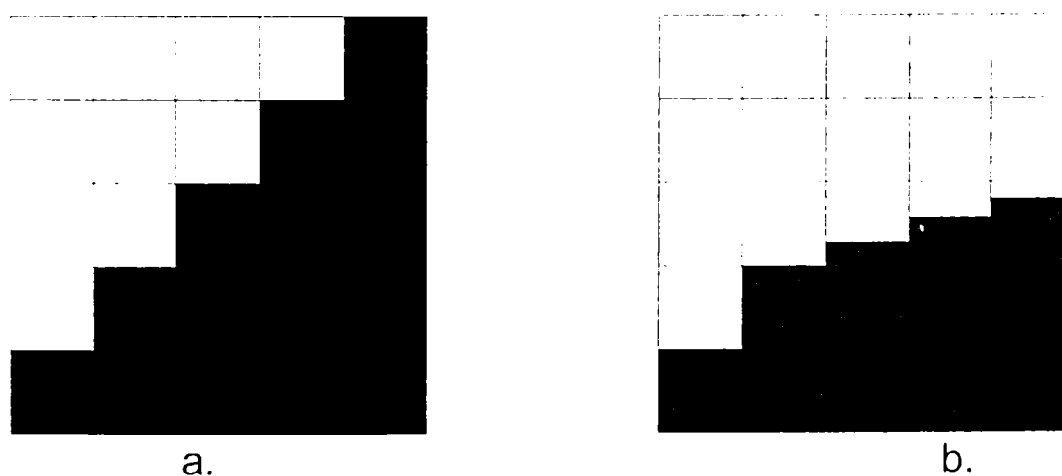
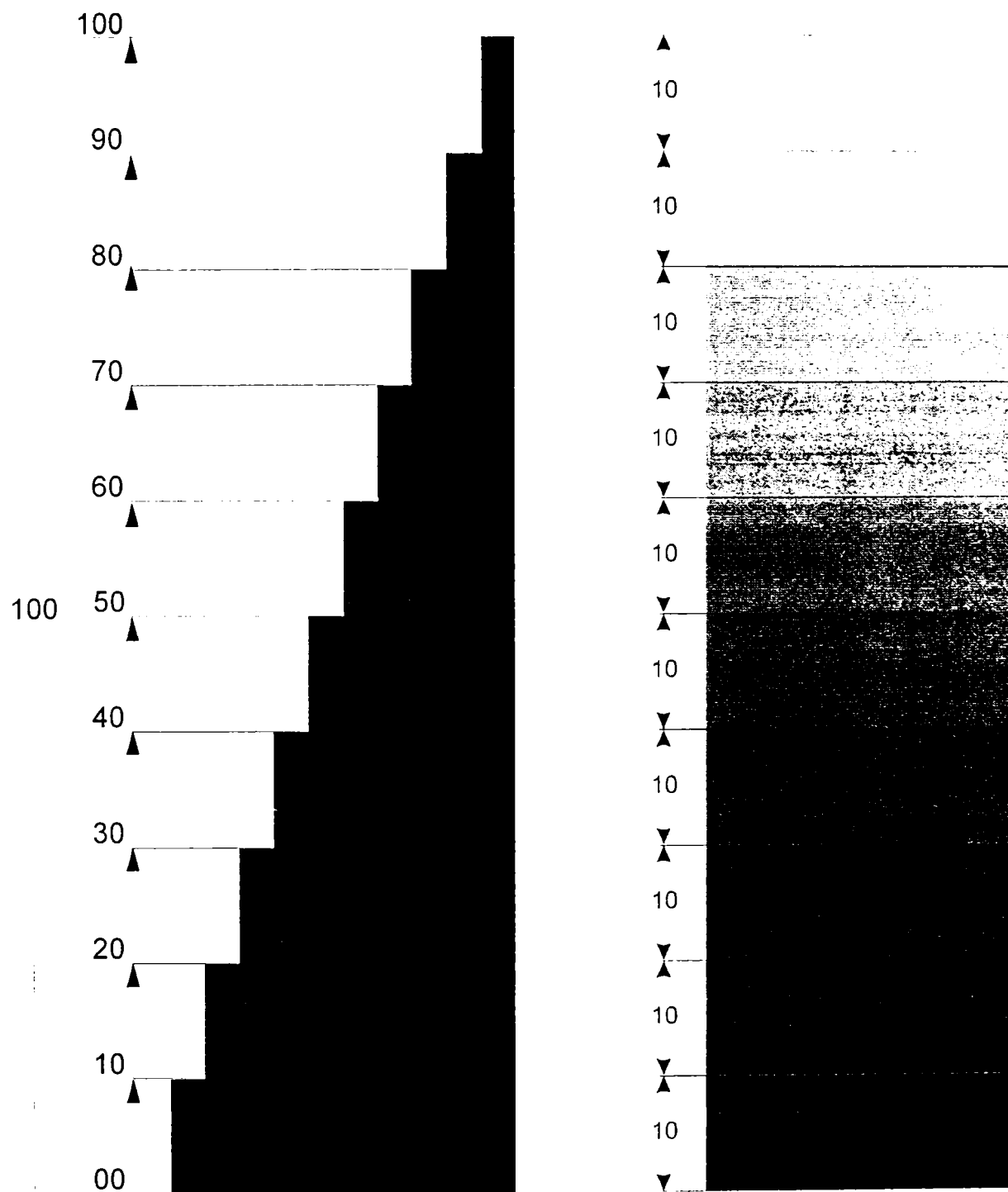


Fig. 4.19.

Se ilustrează grafic acest tip de scară aritmetică, făcând apel la o serie de luminozități pentru alb și negru (fig. 4.20)



3	Număr trepte	10
2	Număr termeni	11
1	Tip de creștere	Aritmetică

Fig. 4.20.

Se constată că marea majoritate a amestecurilor folosite în industria tipografică, în domeniul calculatoarelor precum și cel al televiziunii folosesc acest tip de progresie.

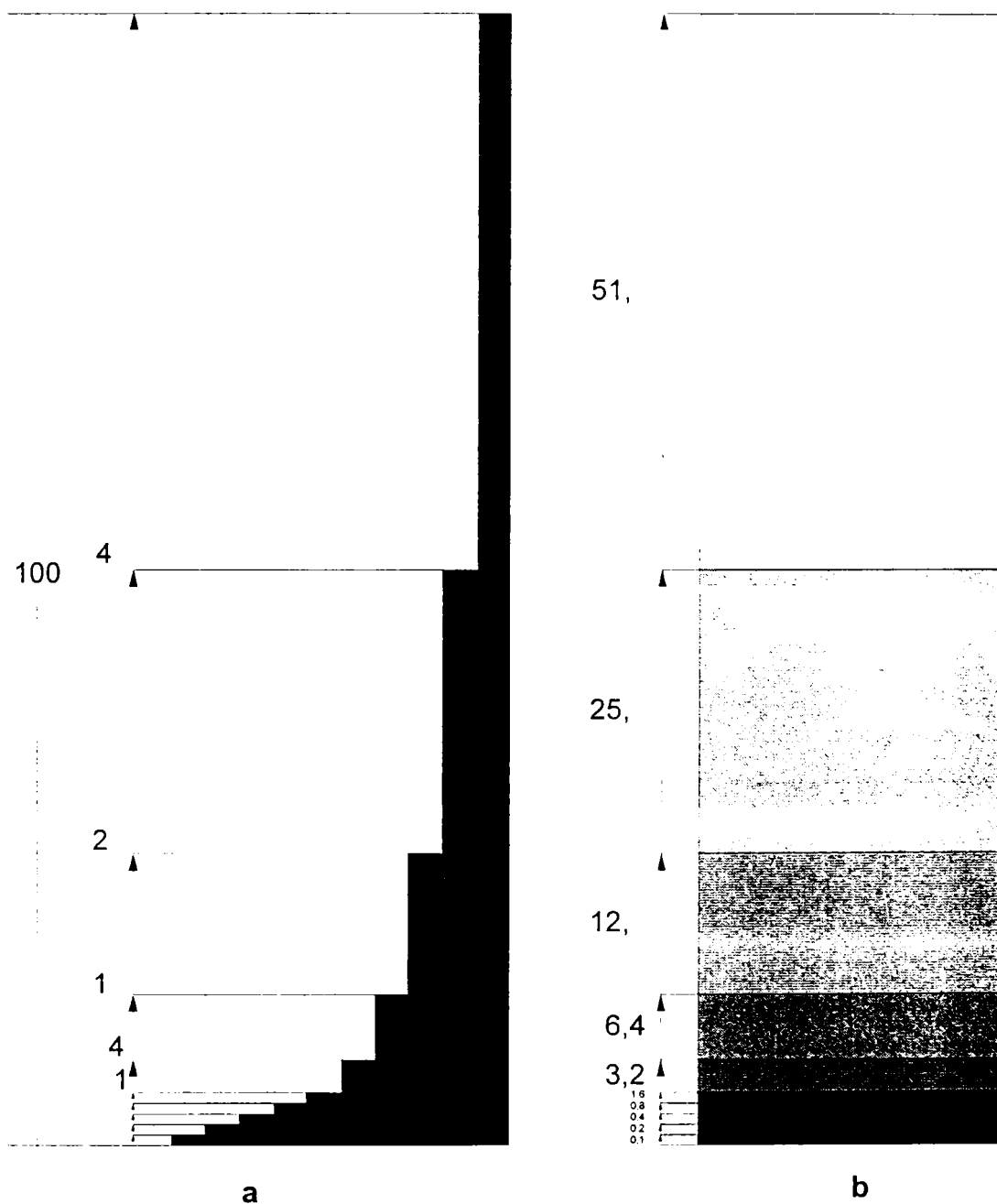
4.4.1.2 SCARA GEOMETRICĂ

Scara geometrică este un șir de numere, în care un termen se deduce din precedentul prin înmulțirea cu un număr fix numit rație. O progresie geometrică este definită când se cunoaște primul termen a și rația q .

Formula termenului general:

$$q_n = q_1 \cdot q^{n-1} \quad (4.6)$$

Când rația q este supraunitară progresia este crescătoare. Pentru q subunitară rezultă o progresie descrescătoare.



3	Număr trepte	10
2	Număr termeni	11
1	Tip de creștere	Geometrică

Fig. 4.21.

Conform aceleiași legi de percepție psihologică WEBER-FECHNER progresia geometrică produce asupra privitorului un efect similar scării aritmetice. (fig. 4. 22)

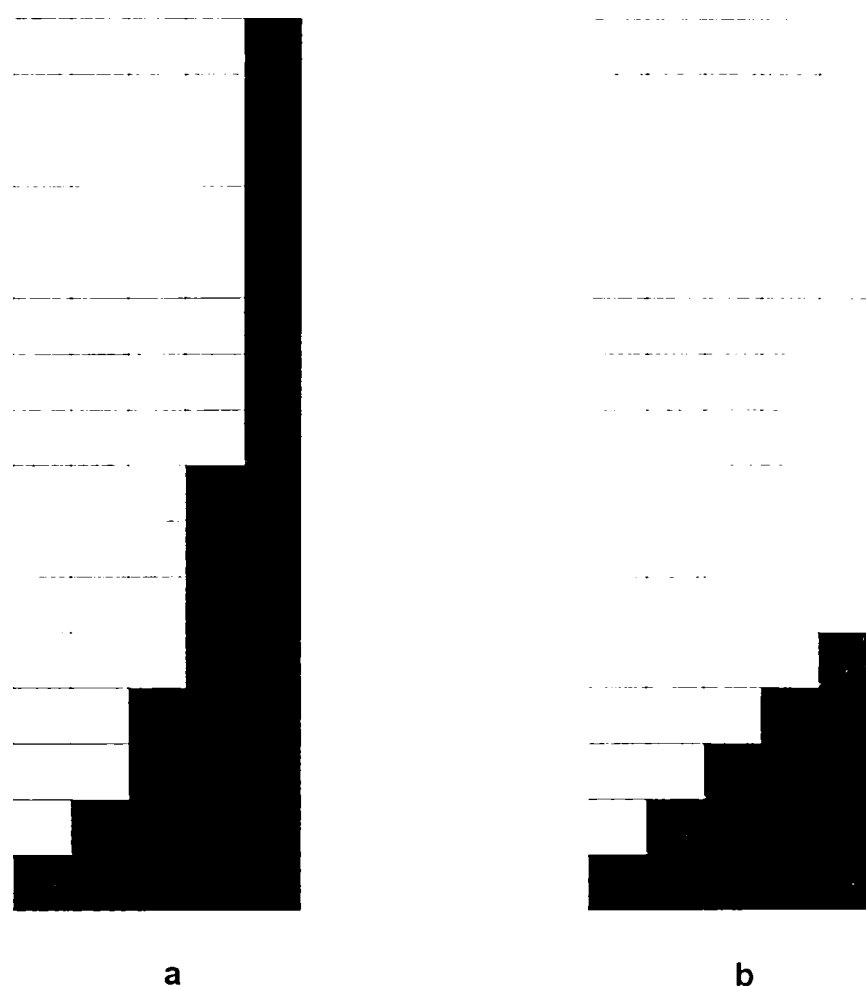


Fig. 4.22.

Se ilustrează și acest exemplu de scară folosind tot o relație din domeniul acromaticului. (Fig. 4.22.).

4.4.2. „SECȚIUNEA DE AUR”

Principiul secțiunii de aur este cunoscut și utilizat încă din timpul renașterii.

Se consideră că un segment de dreaptă AB este divizat în raportul secțiunii de aur dacă raportul între segmentul mic m (minor) și segmentul mare M (major) este egal cu



raportul între segmentul mare M și întreaga dreaptă AB (m+M) (fig. 4.23.).

Figura 4.23.

Dacă,

$$\frac{M}{m} = \frac{M+m}{M} \quad (4.7)$$

făcând substituția $\frac{M}{m} = x$, rezultă:

$$x = \frac{x+1}{x} \quad (4.8)$$

Ecuția de gradul doi are două rădăcini:

$$X_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2} \quad (4.9)$$

Se reține ca valoare a raportului căutat numai rădăcina pozitivă.

Acesta este un număr algebric irațional dar care are câteva caracteristici unice.

$$\frac{M}{m} = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,61803398875... = \phi \quad (4.10)$$

El a fost notat de către Mark BARR și SCHOOLING în lucrarea "THE CURVES OF LIFE" cu simbolul literei grecești ϕ .

Pentru construcția unei serii bazate pe secțiunea de aur se utilizează numerele:

$$\phi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2} = 1,61803398875... \quad (4.11)$$

Este remarcabilă proprietatea acestui număr întrucât ϕ^2 are aceeași expresie după virgulă = 2,61803398875

Pentru a putea aplica în practică acest principiu se vor considera următoarele valori numerice: $\phi=1,618$ pentru segmentul AB (figura 4.24.)



Fig. 4.24.

Atunci segmentul AC va fi egal cu 1, iar segmentul BC va fi egal cu 0,618. Se poate constitui astfel o progresie care să aibă ca primi termeni 0,618 și 1 (Fig. 4.25.)



Fig. 4.25.

Termenii acestei progresii satisfac relația:

$$\frac{AC}{BC} = \frac{AB}{AC} = \frac{AD}{AB} = \frac{AE}{AD} = \frac{AF}{AC} = \dots \quad (4.12)$$

Valorile obținute pentru aceste rapoarte sunt:

$$AB=1,6180$$

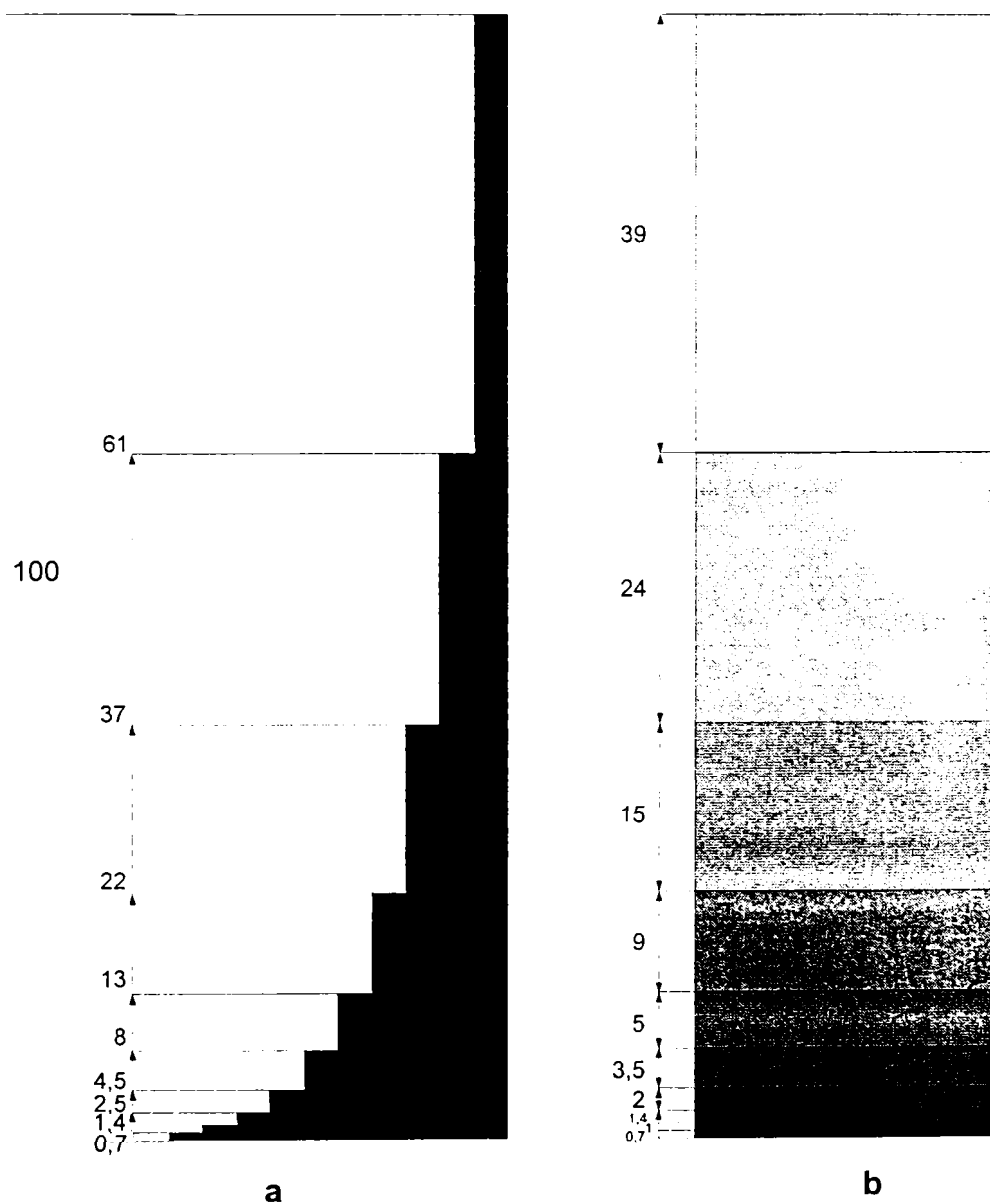
$$AD=2,6179$$

$$AE=4,2357$$

$$AF=6,8333$$

$$AG=11,0886$$

Pentru a ilustra acest tip de amestec se va folosi tot o scară în 10 trepte a griurilor



3	Număr trepte	10
2	Număr termeni	11
1	Tip de creștere	"Secțiune de aur"

Fig. 4.26.

4.4.3. SERIA LOGARITMILOR

Încă acum 150 de ani filosofii considerau că tabelele de logaritmi erau însăși matematica: „Ceea ce sunt logaritmi pentru matematică este matematica pentru alte științe” (Novalis).

Scara logaritmică se trasează în felul următor:

- se stabilește o lungime a segmentului care urmează să fie divizat și se împarte în 10 părți egale, notate de la 0 la 10 (identic cu seria aritmetică);
- aceeași distanță este împărțită proporțional cu valoarea logaritmică a numerelor de la 1 la 10;
- Se marchează în dreapta segmentului valorile logaritmilor zecimalei care corespund numerelor 1 – 10.

În stânga segmentului sunt marcate numerele de la 1 la 10, iar valorile segmentelor vor fi marcate în dreapta: (figura 4.27.).

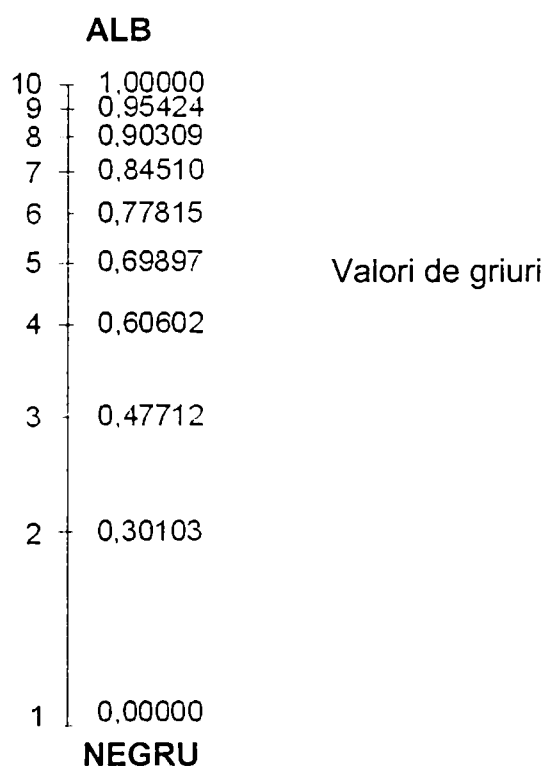


Figura 4.27.

Acest tip de scară logaritmică va fi folosită în continuare la dezvoltarea seriilor cromatice.

Având valorile spectrofotometrice de luminozitate și lungime de undă se pot alcătui astfel de scări.

Autorul consideră că aceste scări deși se obțin doar în situația în care există la dispoziție măsurări foarte precise, reprezintă adevărata relație caracteristică fenomenului cromatic. După ce seriile sunt realizate se pot practica aproximări sau simplificări ale

acestora, dar fără a afecta principiul de obținere. În figura 4.28. este ilustrat amestecul realizat utilizând **scara logaritmică**.

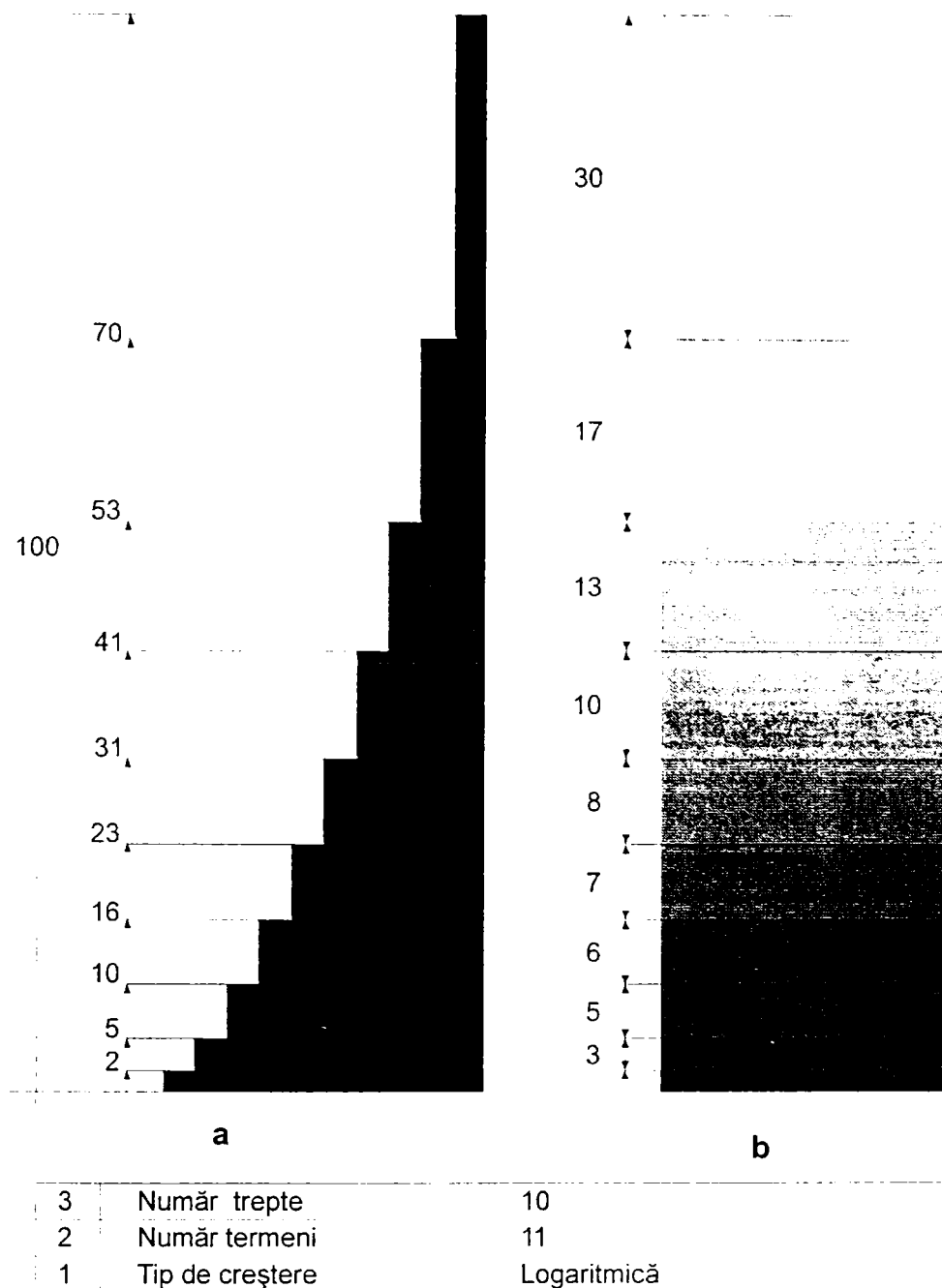





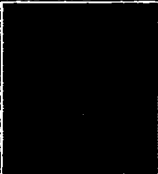



Fig. 4.28.

Acest principiu are la bază legi ale percepției psihologice și poate constitui un pas important în dezvoltarea ulterioară a studiului interdisciplinar al fenomenelor cromatice.

În figura 4.2.8 – a, sunt prezentate înălțimile unei scări cu 10 trepte, iar în figura b sunt prezentate lățimile fiecăreia dintre ele, precum și valoarea tonurilor de gri realizate cu ajutorul culorilor tempera de fabricație românească.

În Fig. 4.29. este prezentată o serie de eșantioane de culoare tempera realizate prin amestec logaritmic, obținute de către autor. Se pot observa gradațiile extrem de fine, precum și raportul invers proporțional al suprafețelor ocupate de eșantioane în comparație cu luminozitatea lor.

Nr. Crt	Eșantion	Cod numeric	Luminozitate	Denumire
1			94,68	Alb (ab)
2		94	78,42	Gri foarte deschis (gabab)
3		88	63,72	Gri deschis (gab)
4		81	55,56	Gri mediu deschis (ggab)
5		74	46,51	Gri mediu (g)
6		62	40,54	Gri mediu închis (ggn)
7		53	33,12	Gri închis (gn)
8		33	16,28	Gri foarte închis (gnn)
9		21	18,65	Negru (n)

3	Seria griurilor	
2	Număr de trepte	"9"
1	Tip amestec	Logaritm

Fig. 4.29.

4.5. AMESTECUL OPTIC

O altă metodă de obținere a amestecurilor cromatice se bazează pe metoda "DISCURILOR DE CULOARE"

Această metodă, după cum susțin inventatorii ei: francezii Jaques FILLACIE și Andre LEMOUNIER, "este singura metodă rațională și convenabilă de a da o definiție satisfăcătoare culorii"

Autorii analizează principalele limite ale metodelor clasice:

- metodele clasice sunt rămase la stadiul empirismului sau artizanalului
- descrierea verbală lasă loc pentru interpretări, atâtea nuanțe câți autori vorbesc despre ele
- lipsa eșantioanelor materiale
- instrumentele de măsură "FOTOCOLORIMETRELE" sunt foarte greu accesibile.

Iată și o scurtă descriere a principiului "INTEGRATORUL UNIVERSAL DE CULOARE POLYTRON" pe care autorii francezi îl propun pentru studiu:

El se bazează pe rotirea la o turație destul de mare ($v > 15\text{Hz}$) a mai multor discuri care conțin o serie de tonuri cromatice care se amestecă între ele pe principiul optic.

Fiecare disc are o formă specifică (Fig.4.30):

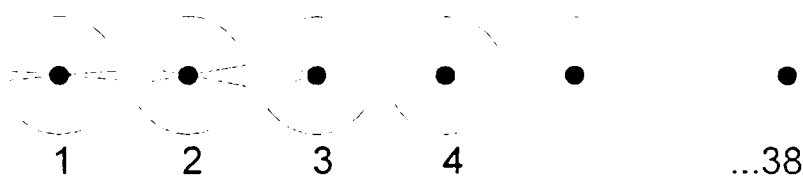


Fig. 4.30.

Există câte 38 de discuri în care modul de operare a unei culori variază de la 100% la 5% din fiecare dintre cele 24 de culori diferite pe care le are integratorul. Acestea sunt: G, Go, o, Ro, R, Rvi, vi, viA, A, Ave, ve, veG, și tonurile intermediare. Mai există și discuri decupate ALBE, NEGRE, AURII și ARGINTII.

În total sistemul prezintă 1064 discuri colorate în diferite proporții. Prin suprapunerea a câte două discuri se pot obține practic un număr infinit de amestecuri cromatice.

Misiunea utilizatorului era aceea ca prin mijloace clasice, culori clasice tempera, apă și pensule să obțină copia amestecului, care se obține prin rotirea discurilor.

După o aprofundare a fenomenului autorii au ajuns la următoarele concluzii:

- amestecul material al tonurilor saturate cu negrul sunt puternic denaturate
- amestecul cu alb este mai aproape de ordine.

Neavând acces la un astfel de aparat pentru obținerea amestecurilor optice s-a construit un dispozitiv similar.

El se bazează pe un motor cu o turație de aproximativ 300 rot/min. Discurile ce au un diametru de 10 cm, au fost fabricate din carton și au fost colorate cu ajutorul culorilor tempera.

S-au obținut mai multe amestecuri între:

ALB-NEGRU; GALBEN-VIOLET; ROȘU-VERDE; ALBASRU-ORANGE

Procesul s-a dovedit a fi extrem de dificil și laborios.

Rezultatele contradictorii nu permit promovarea acestei metode de studiu nici în învățământul de artă și nici în ale domeniului.

În urma unei ample analize asupra principalelor tipuri de acorduri cromatice și în urma găsirii relațiilor matematice care stau la baza alcătuirii lor, putem concluda că demersul este extrem de util în găsirea unor metode științifice în domeniul alegerii culorilor pentru a putea ca și acest domeniu să aibă un suport matematic.

Pasul următor ar fi acela al realizării unui sistem tip "SOFTWARE EXPERT SYSTEM", în care, folosind informația computerizată să se realizeze saltul spre ERA INFORMATICII și în studiul CULORILOR.

*“În toată arta ultima expresie abstractă rămâne numărul”
V. Kandinsky*

CAPITOLUL 5

5. CERCETĂRI EXPERIMENTALE

5.1 MĂSURĂRI

5.1.1. METODE DE MĂSURARE A COORDONATELOR CROMATICE

Metodele de măsurare a coordonatelor de culoare se clasifică în două grupe :

Metode vizuale (subiective) care se bazează pe capacitatea ochiului de a aprecia culoarea și luminanța a două câmpuri luminoase învecinate.

Metode fizice (obiective) care utilizează receptori fizici (fotomultiplicatori, fotoelemente, plăci fotografice) și care permit măsurarea lungimilor de undă și a caracteristicilor energetice ale radiațiilor.

Aceste metode sunt prezentate și în schema din (Fig. 5.1.)

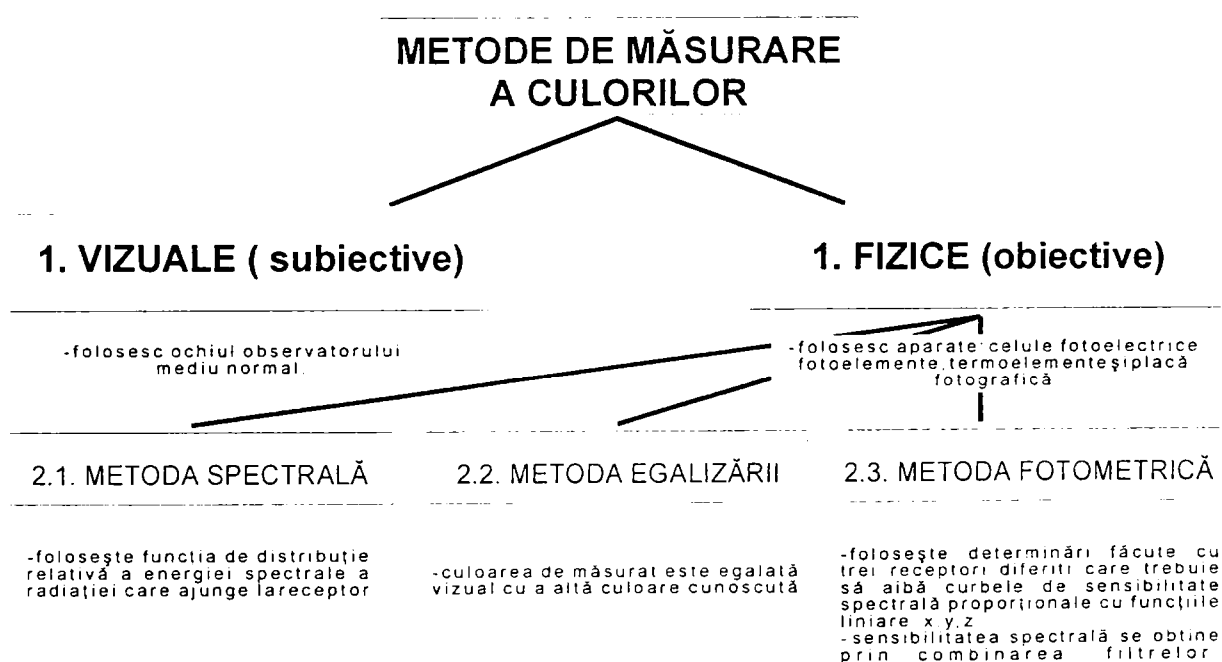


Fig. 5.1

5.1.2. SISTEME DE MĂSURARE

Sistemele de măsurare pot fi monocromatice sau tricromatice (RVI, RGB, XYZ) după cum culoarea de măsurat este comparată cu o culoare spectral pură sau este considerată un amestec într-o proporție bine precizată a trei culori primare, care nu se pot obține unele din altele.

Sistemul monocromatic se bazează pe măsurarea lungimii de undă dominante λ_d , luminanței dominante, L_d și luminanței luminii albe de amestec, L_w . Cu ajutorul acestora rezultă :

- tonul cromatic, dat de lungimea de undă dominantă ;
- luminanța culorii de măsurat, $L = L_d + L_w$; (5.1.)

$$\text{- saturația : } p = \frac{L_d}{L} = 1 - \frac{L_w}{L} \quad (5.2.)$$

Sistemul tricromatic RGB (adoptat de CIE în 1931) utilizează trei culori fundamentale : roșu 700 nm, verde 546,1 nm, și albastru 436.8 nm . Sistemul presupune măsurarea luminanțelor L_R , L_G , L_B , cu ajutorul cărora se pot calcula componentele tricromatice ale culorii studiate (STAS 2847/4 -73) :

$$R = L_R \quad (5.3.)$$

$$G = 4.591 \times L_G \quad (5.4.)$$

$$B = 0.0601 \times L_B \quad (5.5.)$$

Rezultă coeficienții tricromatici :

$$r = \frac{R}{R + G + B} \quad (5.6.)$$

$$g = \frac{G}{R + G + B} \quad (5.7.)$$

$$b = \frac{B}{R + G + B} \quad (5.8.)$$

Luminanța L a culorii măsurate rezultă din legea fundamentală a colorimetriei :

$$L = L_R + L_G + L_B \quad (5.9.)$$

- Sistemul de măsurare RGB permite o reprezentare plană a culorilor într-un sistem r-g (al treilea coeficient tricromatic rezultând implicit din relația $r+g+b=1$).

- **Sistemul de măsurare XYZ** (adoptat de CIE în 1931) este cel mai utilizat în prezent și înlocuiește componentele tricromatice R,G,B, și coeficienții tricromatici r,g,b, cu componentele tricromatice XYZ, respectiv coordonatele tricromatice xyz, între care există relațiile :

$$X = 2.7689R + 1.7519G + 1.1302B \quad (5.10.)$$

$$Y = R + 4.5909G + 0.0601B \quad (5.11.)$$

$$Z = 0.0565G + 5.5944B \quad (5.12.)$$

$$\frac{x}{X} = \frac{y}{Y} = \frac{z}{Z} = \frac{1}{X+Y+Z} \quad (5.13.)$$

Acest sistem prezintă avantajul că cei trei componenți tricromatici sunt totdeauna

pozitivi, iar componenta Y este egală cu luminanța L a culorii măsurate. Saturația culorii se determină cu ajutorul coordonatei y :

$$p = \frac{y_d}{y} \frac{y - \frac{1}{3}}{y_d - \frac{1}{3}} \tag{5.14.}$$

unde y_d este coordonata y a culorii spectral pure echivalente.

Sistemul de măsurare mai permite determinarea următoarelor elemente definite în sistemul de culoare LabCIE :

- luminozitatea $L = 10 \sqrt{Y}$; (5.15.)

- gradul de verde sau roșu (funcție de semn) $a = \frac{\frac{X}{0.98041} - Y}{\sqrt{Y}}$; (5.16.)

- gradul de galben sau albastru (funcție de semn) $b = \frac{Y - \frac{Z}{1.1803}}{\sqrt{Y}}$; (5.17.)

O prezentare sintetică este făcută în schema din Fig. 5.2.

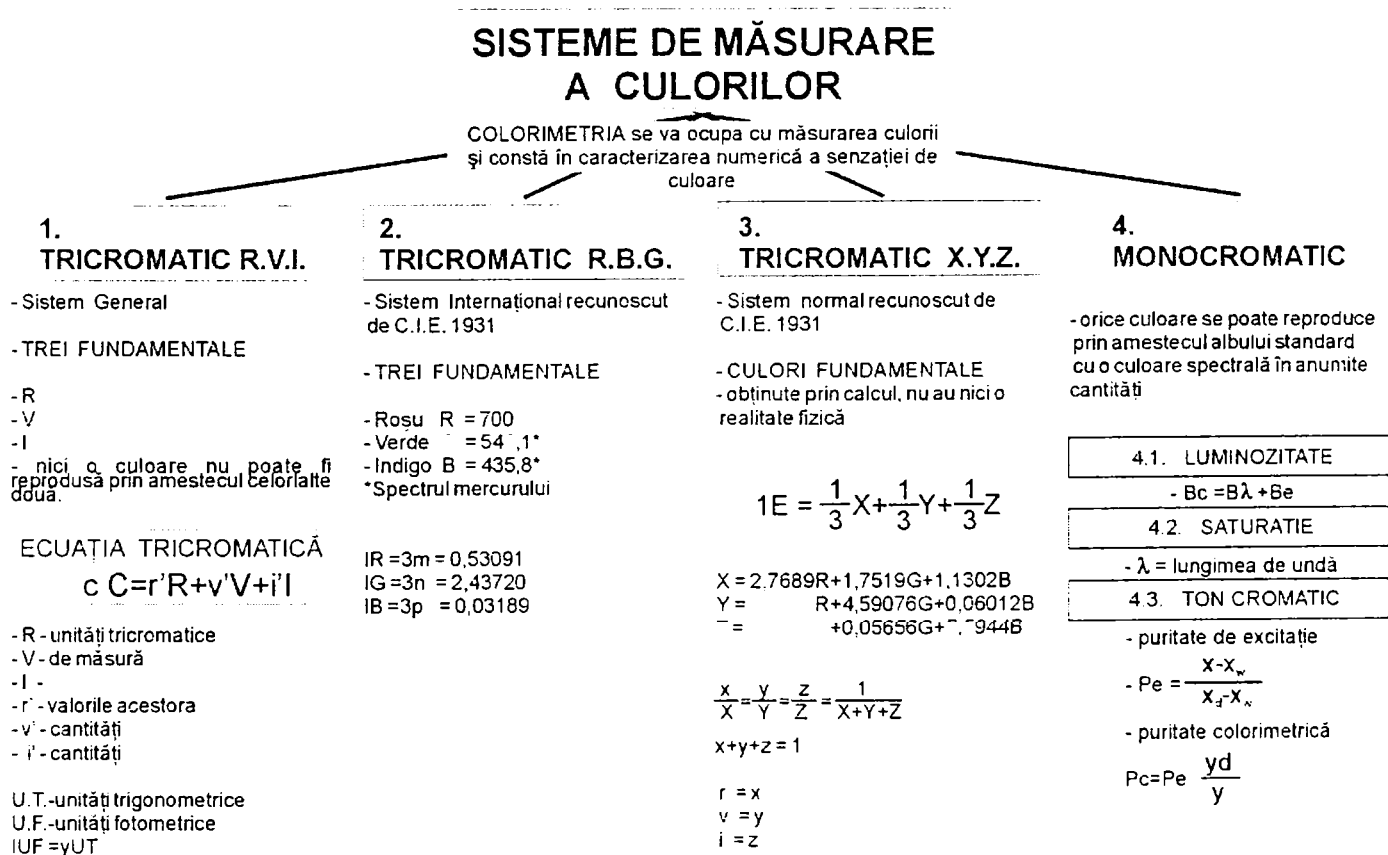


Fig. 5.2.

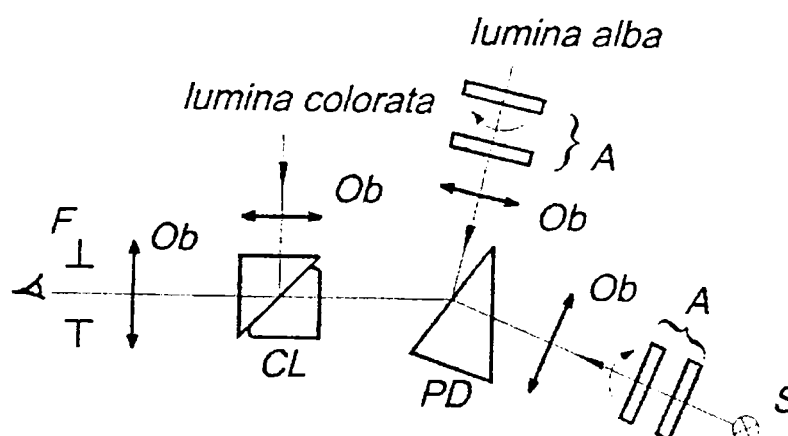
5.1.3 Echipamente colorimetrice și spectrofotometrice

5.1.3.1 Echipamente colorimetrice subiective

Metodele subiective de studiu al culorilor utilizează echipamente care interacționează direct cu ochiul. Acesta trebuie să aprecieze corect egalizarea arată atât tonul cromatic, cât și a luminozității a două câmpuri învecinate, pe care sunt proiectate culoarea de măsurat și o radiație etalon, ale cărei caracteristici sunt cunoscute.

Printre cele mai reprezentative colorimetre se numără colorimetrul NUTTING (bazat pe un sistem de măsurare monocromatic) și colorimetrul DONALDSON (care utilizează un sistem de măsurare tricromatic- RGB).

În figura 5.3 este prezentată schema optică a colorimetrului Nutting.



F = fanta ; Ob = obiective ; A = atenuatoare

CL = cub Lummer ; PD = prisma dispersivă

S = sursa de lumină policromatică

Figura 5.3

Lumina colorată, ale cărei caracteristici urmează să fie determinate, este orientată spre observator printr-un cub LUMMER, imaginea preluată de ochi fiind de forma unui câmp luminos colorat inelar. Din direcție perpendiculară, cubul transmite un amestec de lumină albă și o radiație monocromatică, imaginea fiind percepută ca un câmp luminos colorat circular, interior câmpului inelar. Urmează ca tonul cromatic și luminozitatea celor două câmpuri să fie egale, prin modificarea cantității de alb și lumină spectral pură, cu ajutorul atenuatoarelor aflate în schemă. La egalitate de ton cromatic și luminozitate ochiul nu trebuie să distingă diferențe între câmpuri, ci să le perceapă ca un singur câmp de culoare și iluminare constantă pe toată suprafața.

Aparatul permite citirea lungimii de undă dominante λ_d , a luminanței dominantei L_d și a luminanței luminii albe de amestec L_w .

Culoarea spectral pură se obține cu ajutorul unui monocromator cu prismă dispersivă, care selectează un domeniu îngust de lungimi de undă din spectrul emis de o sursă integrală.

În figura 5.4 e prezentată schema colorimetrului DONALDSON.

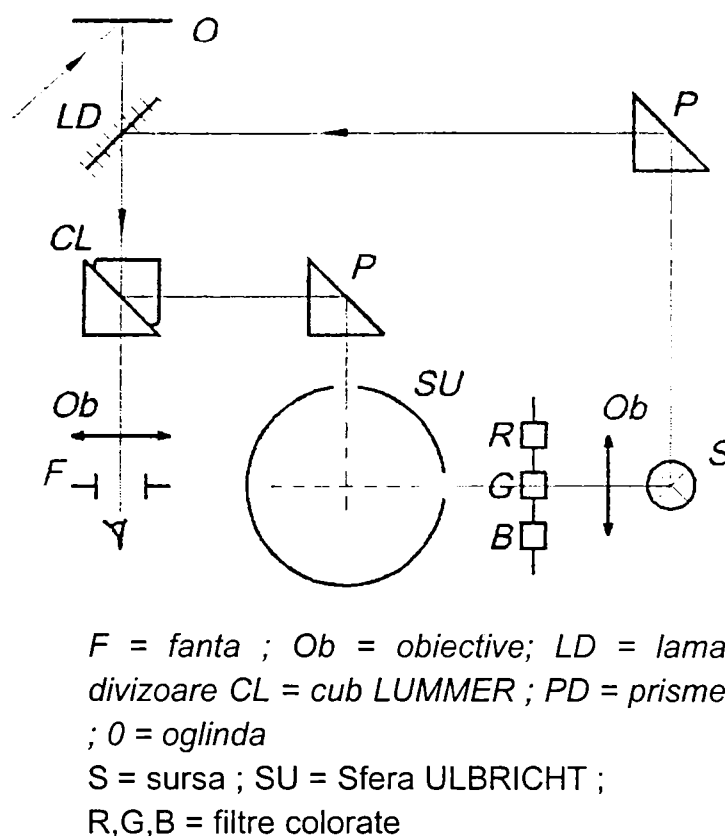


Fig. 5.4.

Principiul de măsurare este asemănător celui descris anterior. Cele trei culori primare sunt obținute cu ajutorul a trei filtre colorate, care preiau lumina provenită de la o sursă integrală. Amestecul celor trei culori are loc în interiorul sferei integratoare ULBRICHT, iar radiația compusă rezultantă este trimisă pe o prismă deviatoare, spre cubul Lummer. Cantitatea de lumină monocromatică primară este reglată cu trei diafragme plasate în fața filtrelor. Diametrele acestor diafragme pot fi exact determinate și citite și reprezintă o măsură a luminanțelor L_R , L_G și L_B .

5.1.3.2. Echipamente colorimetrice și spectrometrice

Metodele obiective de măsurare a caracteristicilor culorilor se bazează pe preluarea și prelucrarea informației de către un receptor fizic (care sesizează radiația și transformă o caracteristică fotometrică într-o mărime electrică), asociat unui bloc electronic (care amplifică semnalul, îl prelucrează și afișează rezultatele sub diverse forme numerice sau grafice).

Aparatele optice în care radiația policromatică este descompusă în radiațiile

monocromatice componente, ale căror caracteristici energetice sunt determinate, se numesc, generic, **spectrofotometre**.

Schema de principiu a unui spectrofotometru este prezentată în figura 5.5.

Sursa de radiație S este o sursă integrală (în cazul spectrofotometriei de absorbție) sau izvor spectral, format din proba de investigat adusă în stare atomică excitată prin încălzire în flacără, arc electric sau scânteie (în cazul spectrofotometriei de emisie). Sursa este plasată în fața unui **condensator K**, care îi formează imaginea pe **fanta de intrare** a aparatului F_i . Sursa împreună cu condensorul constituie un **dispozitiv de iluminare D_i** .

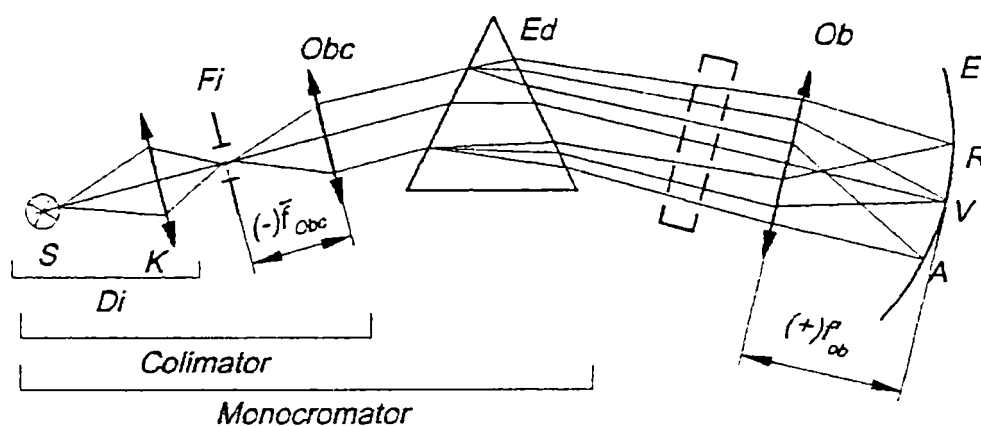


Fig. 5.5.

Fanta de intrare este o fereastră dreptunghiulară de deschidere reglabilă manual sau automat. Ea se află plasată în focarul obiect al **obiectivului colimator Ob_c** , care îi proiectează imaginea la infinit. Dispozitivul de iluminare, fanta de intrare și obiectivul colimator formează subansamblul **colimator**.

Fasciculul de radiație cade pe **elementul dispersiv Ed** , care reprezintă componenta principală a aparatului și care realizează descompunerea radiației policromatice în radiațiile monocromatice componente. Elementul dispersiv poate fi o **prismă dispersivă**, o **rețea de difracție** sau un ansamblu de astfel de componente înseriate. Colimatorul și elementul dispersiv constituie **monocromatorul**.

La aparatele care lucrează prin absorbție, radiația emergentă din monocromator traversează o cuvă în care se află proba de investigat (reprezentată cu linie întreruptă în figura 5.5).

Fasciculul de radiație este preluat de către **obiectivul de focalizare Ob** , în al cărui focar imagine se află **fanta de ieșire F_e** , respectiv **receptorul E** . Fanta de ieșire este identică celei de intrare, iar reglarea deschiderii lor se face simultan. Receptorul de radiație, în funcție de construcția și destinația aparatului, poate fi un fotoelement, un detector termic, un receptor chimic (placă sau film foto), un ecran de proiecție sau ochiul operatorului uman. Proiectarea pe fanta de ieșire a radiațiilor de diverse lungimi de undă se realizează prin rotirea fină a

elementului dispersiv.

Spectrofotometrele se construiesc în două variante (în ceea ce privește domeniul de lungimi de undă) : pentru UV-VIS și pentru IR. În fiecare variantă, aparatul este dotat cu o sursă caracteristică pentru domeniul respectiv, iar sistemul optic este confecționat din materiale transparente pentru domeniul spectral de lucru (partea optică include și cuvele pentru probe). Din punctul de vedere al procesului fizic aflat la baza studiului spectrofotometric, aparatele pot fi cu **transmisie** sau cu **reflexie**.

Din punctul de vedere al principiului de funcționare, spectrofotometrele pot fi cu **un fascicul** și cu două fascicule.

Spectrofotometrele cu un fascicul lucrează prin metoda substituției și utilizează un singur detector (fig. 5.6).

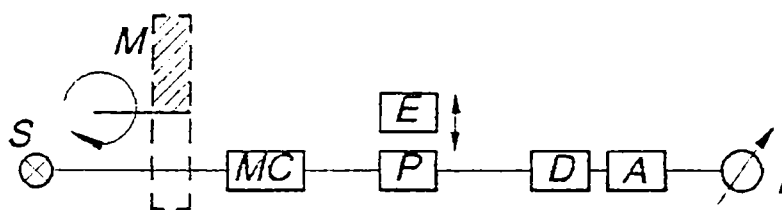


Fig. 5.6

Sursa S trimite radiația spre monocromatorul MC, prin modulatorul M (care nu este prezent la toate aparatele). Domeniile de lungimi de undă selectate de monocromator traversează sau sunt reflectate de proba P, iar radiația emergentă cade pe detectorul D. Curentul este amplificat în blocul A, iar informația este prezentată sub o formă oarecare la un instrument de indicare a rezultatelor I. Operațiile se repetă, după ce probei i se substituie cuva cu etalonul E. Operatorul uman trebuie să compare rezultatele și să deducă informația căutată.

Aparatele mai evoluate sunt **spectrofotometre cu două fascicule** (care rezultă prin divizarea fascicului incident) și doi detectori (fig. 5.7. a) sau un singur detector (fig. 5.7. b). Față de schema anterioară apare în plus divizorul de fascicul DF.

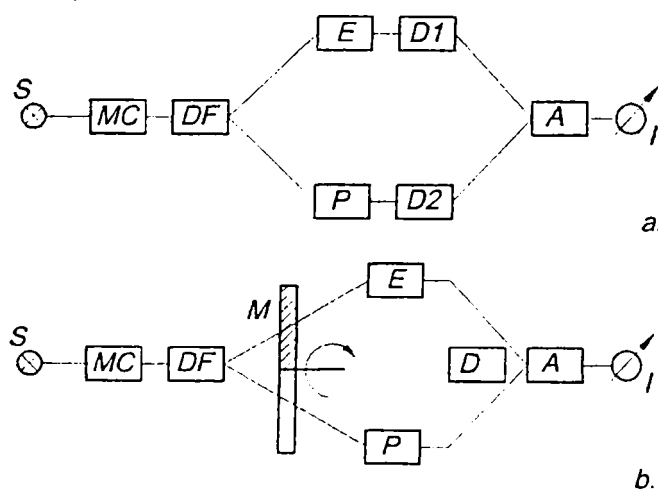


Fig.5.7.

În cazul spectrofotometrelor cu două fascicute, compararea datelor rezultate pentru probă și etalon se face automat, operatorul culegând direct informația cerută.

Spectrofotometrele destinate utilizării în domeniul vizibil, pentru studiul culorilor, au primit denumirea de colorimetre, deși această denumire era asociată inițial, numai aparatelor subiective.

Există o ofertă bogată de colorimetre, puse la dispoziție de firme prestigioase de profil (SAPHYCOLOR, GESTCOLOR, COROB, ICS-TEXICON etc.).

Aparatele noi, destinate cercetărilor de laborator, sunt prevăzute cu sisteme de calcul atașate și soft-uri specializate adecvate.

5.2. Determinări experimentale

5.2.1. Obținerea elementelor de sinteză

Obiective propuse

La baza obținerii culorilor se află pigmenții (pulberi colorate, formate din mici particule solide care se dispersează uniform într-un liant).

Pigmenții sunt caracterizați prin:

- dimensiunea particulei
- greutatea specifică
- sarcina electrică
- compatibilitate chimică
- rezistență la temperatură, lumină, aer, diverși compuși chimici
- putere de colorare
- capacitate de acoperire
- capacitate de dispersie
- grad de toxicitate.

În funcție de natura chimică a pigmentului, acesta poate fi organic sau anorganic.

Pigmenții organici conțin compuși ai carbonului și pot fi de natură vegetală sau animală.

De asemenea, pot fi naturali sau de sinteză.

Pigmenții anorganici conțin alte elemente chimice decât carbonul. Ele pot fi minerale, pământuri sau substanțe de sinteză.

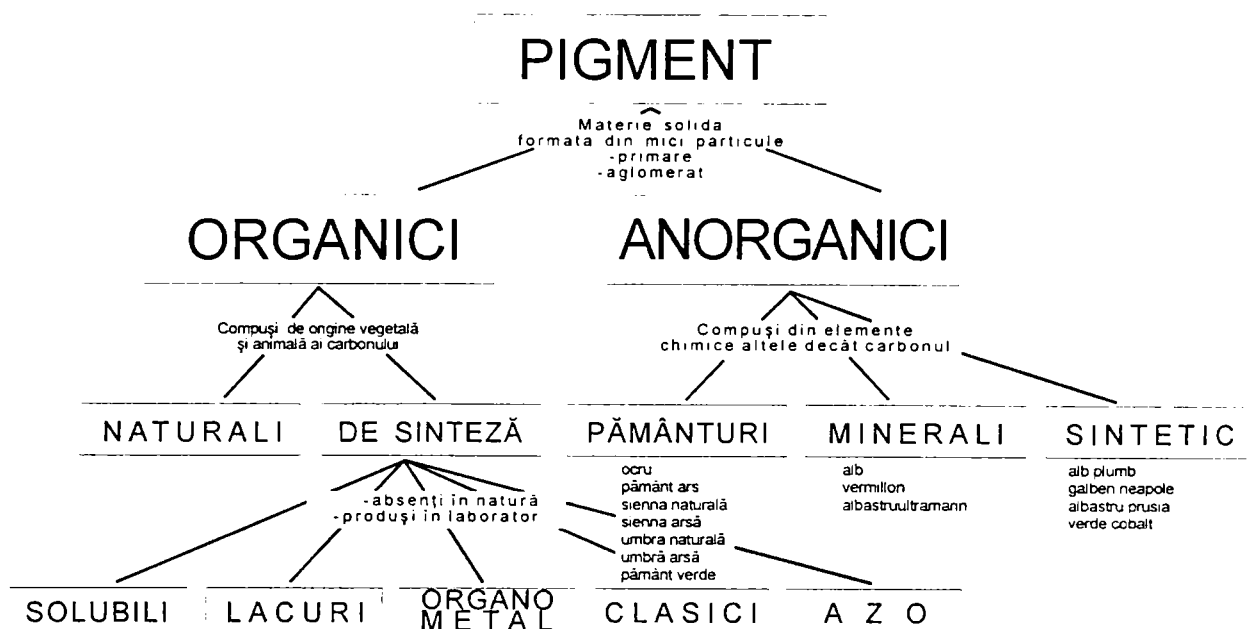


Fig. 5.8.

Numărul pigmenților utilizați a crescut permanent în istorie.

Epoca picturii rupestre cunoaște doar 11 pigmenți, perioada renașterii aproximativ 30, secolul al XIX-lea peste 50, actualmente existând peste 100.

Numărul pigmenților diferă funcție de zona spectrală (Tab. 5.1.)

Tab. 5.1.

Zona spectrală	Număr de pigmenți
Galben	11
Roșu	12
Albastru	10
Verde	9
Violet	3
Pământuri	6
Alb	5
Negru	2

Este interesant de remarcat faptul că unii pigmenți cum ar fi negrul, roșul cinabru, și verdele earth, sunt prezenți de mii de ani.

O dezvoltare puternică în producerea de pigmenți s-a manifestat la sfârșitul secolului XIX, când au apărut 23 de pigmenți noi.

Pigmentul încorporat într-un liant constituie un colorant, caracterizat printr-un ton cromatic și care se depune, fixându-se durabil pe diverse suporturi: carton, pânză, lemn, metal.

Coloranții de origine vegetală sau animală sunt cunoscuți încă din Egiptul antic, cu circa

4000 de ani în urmă. Coloranții moderni, pe bază de anilină, au apărut în a doua jumătate a secolului trecut (de fapt după 1872 când anilina a fost descoperită de profesorul ZININ de la Universitatea din Sankt Petersburg.)

În funcție de liantul utilizat, același pigment poate sta la baza diversilor coloranți, de tipul : acuarela, tempera, ulei, acryl.

Acuarelele conțin pigmentul înglobat într-un aglutinat foarte solubil, cum ar fi mierea. Tehnica de lucru presupune suprapunerea de culori transparente (se începe cu culorile mai clare, peste care se suprapun culorile sumbre)

Tempera conține pigmentul inclus în masa unui liant format dintr-un ulei siccativ în amestec cu clei, lapte, ceară sau ou. O variantă modernă de tempera este actualmente guașa.

Uleiul conține pigmenți dispersați într-un ulei siccativ de garoafă, în crud, sau nucă.

Acrylul este o variantă a uleiului. Deosebirea dintre cele două tipuri de coloranți constă în timpul de uscare și polimerizare completă. Liantul din ulei reacționează cu oxigenul din aer și se transformă în rășină în intervalul a câteva zeci de ani. În culorile acrilice reacția liantului este mult mai rapidă, polimerizarea completă având loc în numai câteva zile.

În cazul fiecărui tip de colorant, toate culorile sunt miscibile.

Caracteristicile coloranților sunt prezentate în tabelul 5.2.

Tab. 5.2.

Caracteristica	Clase de calitate
Mărimea granulației pigmentului	6 clase (de la 0,5 nm la 8 nm)
Stabilitatea la lumină	3 clase - maximă - medie - slabă
Gradul de transparență	- acoperitor - semi-acoperitor - semi-transparent - transparent
Gradul de toxicitate	- nepericulos - relativ inofensiv - toxicitate redusă - pericol psihologic - necesită precauții - toxic

Autorul a realizat o investigație exhaustivă a tuturor pigmenților fabricați de Combinatul Fondului Plastic București, în ultimii 30 de ani și o analiză a principalilor coloranți utilizați în țări ale Comunității Europene.

Măsurările s-au efectuat asupra 170 de eșantioane de culori tempera și 31 eșantioane de

culori de ulei.

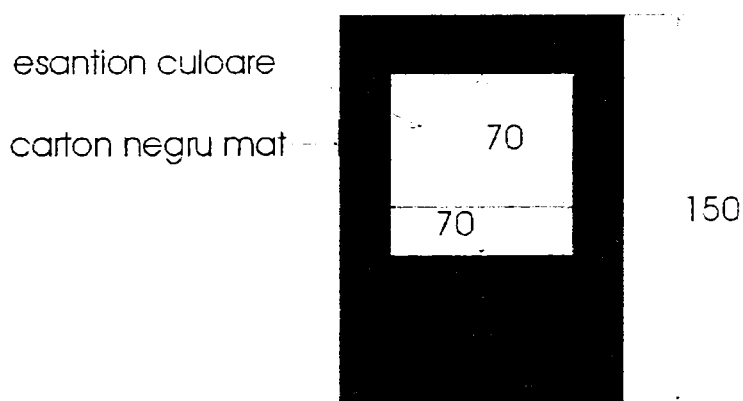
Pornind de la studiul prezentat în enciclopedia AXIS în [A₁₀] autorul a completat și adus la zi cercetarea întreprinsă asupra analizei sistematice a tuturor pigmentilor folosiți și fabricați în lume.

Acest studiu conține un număr de 164 de pigmenți la care este analizată componența chimică, autorul și anul fabricației, precum și perioada istorică în care acest pigment a fost utilizat (conform anexei 4)

5.2.2. PREGĂTIREA EȘANTIOANELOR

Pentru ca acuratețea măsurărilor să nu fie influențată de factori perturbatori, în pregătirea eșantioanelor s-au parcurs următoarele etape :

- alegerea și pregătirea culorilor pentru folosire (diluarea lor cu apă pentru a putea fi utilizate)
- dispunerea lor pe un suport plan (hârtie semiciocan).
- lipirea eșantioanelor pe un carton negru mat (care să nu producă eflexe nedorite) conform desenului:



110
Fig. 5.8.

- inscripționarea cu datele de identificare : numele culorii , tipul pigmentului , producător.

- s-a asigurat protecția fiecărui eșantion prin fixarea cu spray , și cu o folie transparentă.

Au fost realizate un număr de 202 eșantioane de culori diferite .

Prin efectuare unor măsurări spectrofotometrice asupra acestor eșantioane - care reprezintă evoluția culorilor tempera în ROMÂNIA în ultimii 30 de ani - autorul și - a propus să afle care sunt coordonatele matematice ale acestor culori.

5.2.3. Descrierea instalației experimentale

Măsurările au fost efectuate cu ajutorul unui aparat MOMCOLOR, a cărei vedere generală este prezentă în Fig. 5.9.

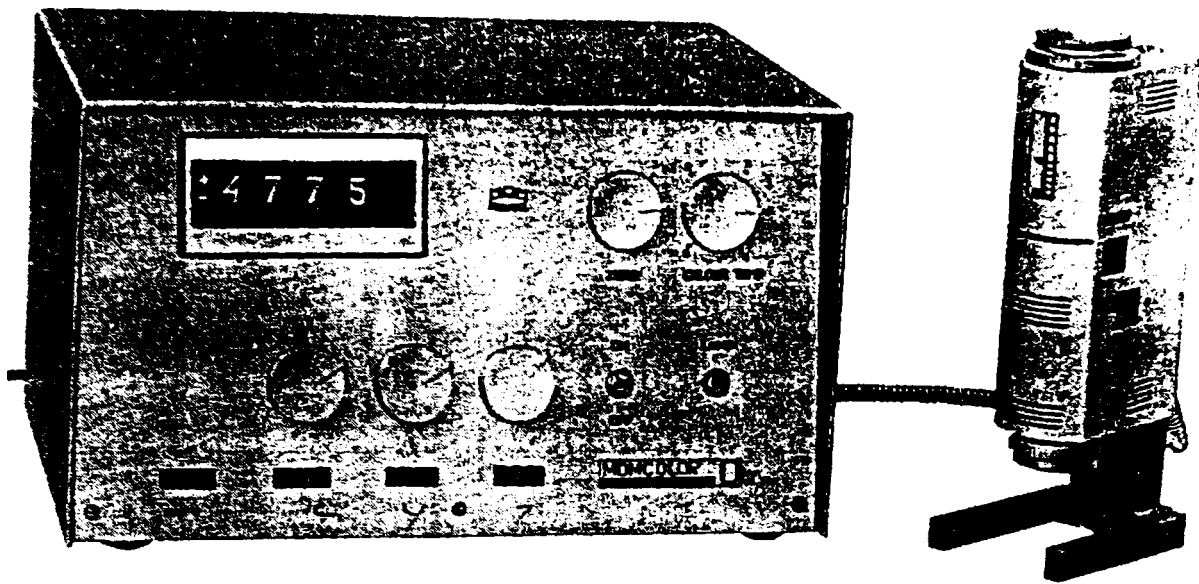


Fig. 5.9

Aparatul conține un cap de măsurare optic, un bloc electronic de prelucrare a semnalului electric și accesorii.

Schema optică a blocului de măsurare este redată în figura 5.10.

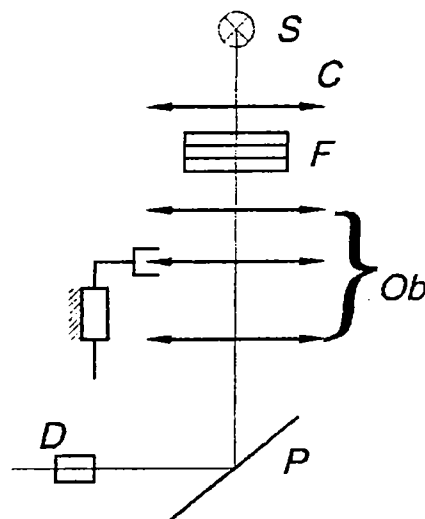


Fig. 5.10

Sursa de iluminare a sistemului S este un bec de far de automobil (12V, 25W, tip Tungfram), care emite lumină albă. Acest bec are caracteristicile sursei etalon CIE-C. Lumina este preluată de condensorul C și trimisă prin setul de filtre F spre obiectivul Ob. Filtrele cu care este prevăzut aparatul au înscrise pe montură coordonatele de culoare caracteristice culorii filtrului. Obiectivul este un subansamblu zoom, format din trei lentile convergente, cea mobilă

fiind cea intermediară. Prin deplasarea acesteia se reglează, de fapt, diametrul petei luminoase care cade pe proba P. Lumina reflectată de probă este sesizată cu un detector D (o fotocelulă cu semiconductori). Fotocelula este plasată astfel încât să nu preia lumina provenită prin reflexie speculară, ci lumina reflectată difuz.

Construcția aparatului permite măsurarea unor probe cu dimensiunile cuprinse în intervalele (15...45) mm și (2...6) mm.

Prin utilizarea unor accesorii corespunzătoare se pot realiza și măsurări asupra probelor lichide sau gazoase, cu transmiterea luminii prin acestea.

În vederea efectuării măsurătorilor, se reglează culoarea sursei cu ajutorul filtrelor roșu și albastru.

Aparatul se calibrează, în general, cu etalonul alb, dar pentru probe închise la culoare și saturate se pot utiliza și etaloane colorate de culoare apropiată probei. Etalonul este necesar dat fiind faptul că principiul de măsurare al aparatului se bazează pe compararea coordonatelor de culoare ale probei cu cele ale etalonului. În aceste condiții aparatul indică cele trei componente de culoare X, Y și Z, cu ajutorul cărora se determină, indirect, coordonatele de culoare și luminozitatea.

Precizia de măsurare indicată de către producătorul Orszagos Meresugyi Hivatal este : ± 0.002 pentru coordonata x, ± 0.001 pentru coordonata y și ± 0.30 pentru componenta Y.

5.2.4. CARACTERISTICI ALE CULORILOR

Pentru a putea continua studiul întreprins este foarte important să vedem care sunt principalele caracteristici ale culorilor care pot fi măsurate (Fig. 5.11.):

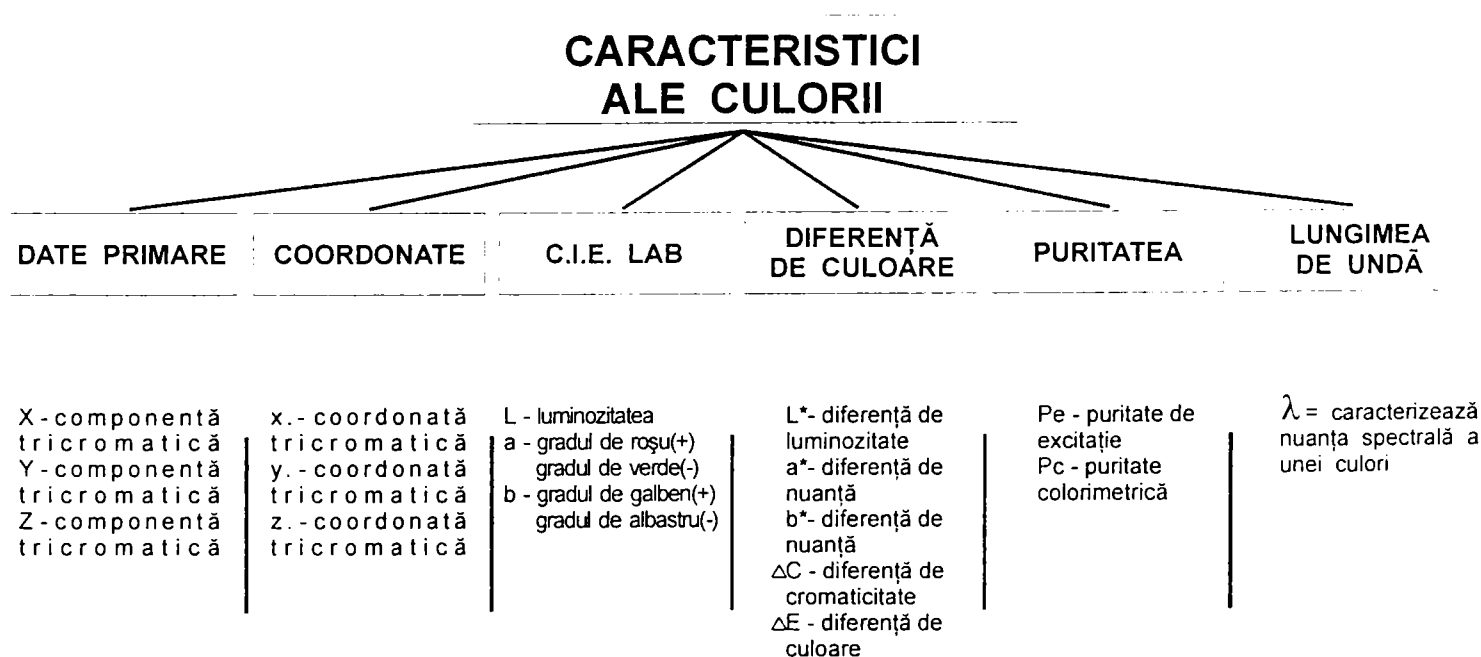


Fig. 5.11.

În continuare sunt prezentate, în tabele 5.3 - 5.11. valorile principalelor caracteristici ale eșantioanelor măsurate.

5.2.5 REZULTATELE MĂSURĂRILOR
5.2.5.1. CULORI TEMPERA

VIOLET**Tabelul. 5.3.**

Nr. ctr.	Eșanti-on	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Violet cobalt D.	T.F. fosfat de cobalt	555	30,2	54,9	0,329	0,243	36,5	-18,8	42,2	56,1
2		Violet mangan	T.F. fosfat mangan	556	18,5	43,1	0,320	0,237	28,1	-17,3	34,2	59,6
3		Violet C.	T.C. 87-2		16	40						
4		Violet	T.C. 87-1	486	15	36			23	-32		
5		Violet	T.C.	435	13,87	37,2	0,261	0,210	17,5	-29,3	35,13	64,97
6		Violet	T.A.	420	13,58	36,8	0,260	0,195	23,2	-35,1	43,1	69,9
7		Violet	T.C.									
8		Violet	T.D. pigment organic	435	6,86	26,2	0,238	0,148	29	-45,9	55,4	85,9
9		Violet	T.S.	594	12,84	35,84	0,441	0,348	18,33	12,30	22,5	60,4

ALBASTRU**Tabelul. 5.4.**

1		Albastru cobalt	T.C.	474	14,35	37,8	0,224	0,218	3,06	-30,5	31,4	62,5
2		A. mangan	T.F. manganat de bariu	479,9	20,21	44,9	0,174	0,201	-9,22	-51,03	52,3	70,3
3		A. prusia	T.C.	470	5,92	24	0,251	0,239	2,97	-13,6	14,7	69,14
4		A. ultramarin	T.A.	467	8,77	30,6	0,22	0,191	9,4	-32,9	35,1	71,5
5		A. ultramarin	T.C.	466	10	31,6	0,218	0,184	11,4	-38,3	40,8	72,8
6		A. cobalt închis	T.F.	470	14,5	38,03	0,194	0,163	14,04	-61,8	64,2	83,8
7		A. prusia	T.F.	461	4,61	21,5	0,254	0,229	5,70	-13,6	15,43	72,1
8		A. prusia	T.D. ferocianură ferică	463	4,48	21,16	0,268	0,228	7,4	-12,8	15,7	72,46
9		A. ultramarin	T.F. sulfoseleniură de sodiu	458	8,75	29,6	0,182	0,106	38,5	-96,1	104,4	121,6
10		A. ceruleum	T.D. pigment mixt	485	45,9	67,7	0,229	0,276	-48,1	-24,5	30,4	38,8
11		A. ultramarin	T.D. sulfoseleniură de sodiu	458	8,94	29,89	0,184	0,107	38,8	-95,6	104	121
12		A. cobalt	T.F. aluminat de cobalt	470	18,91	43,4	0,200	0,169	15,6	-65,1	67,7	83,3
13		A. cobalt	T.A.									
14		A. ceruleum	T.C.	484,6	26,1	51,1	0,222	0,269	-14	-21,3	25,5	48,13
15		A. ceruleum	T.A.	486	36,42	60,34	0,228	0,280	-17,9	-20,5	27,1	41,63
16		A. ceruleum	T.S.	489	11,63	34,11	0,217	0,147	30,3	-63,18	71,02	91,55

17		A. ultramarin	T.S.	463	10,56	32,51	0,243	0,213	9,15	-26,18	28,6	65,9
18		A. cobalt	T.S.	488	10,75	32,8	0,289	0,238	13,6	-15,4	21,6	62,9

VERDE

Tabelul. 5.5.

Nr. ctr.	Eșanti-on	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Verde Smaragd	T.D. pigm. Mixt	491	32,94	57,4	0,248	0,319	-20,7	-5,9	20,8	40,3
2		V. Smaragd	T.C.	495	21,98	46,9	0,221	0,340	-27,7	-3,0	27,0	52,5
3		V. Smaragd	T.A.	499	18,8	43,4	0,222	0,361	-27,5	1	26,7	55,4
4		V. Smaragd	T.F. oxid de crom	520	15,8	39,7	0,225	0,359	-24,9	0,61	24,07	57,4
5		V. Veronese	T.D.	530	43	65,57	0,277	0,401	-3,8	14,78	35,87	44,49
6		V. Veronese	T.C.	533	34,6	58,87	0,264	0,450	-41,2	19	44,4	55,3
7		V. Crom	T.C.	549,5	13,86	37,2	0,302	0,393	-14	9	15,6	56,8
8		V. Crom	TA.	557	17,9	41,7	0,314	0,397	-13,9	11,3	16,9	52,98
9		V. Crom	T.F. oxid de crom	559	16,97	41,2	0,317	0,393	-12,7	10,9	15,7	53,1
10		V. Crom	T.D.	553,4	12,69	35,62	0,308	0,393	-12,6	8,95	14,36	58,1
11		V. China	T.F. pigm. Organic	545,6	4,8	21,9	0,297	0,337	-3,87	1,26	3,05	70,0
12		V. Cadmiu	T.F.	596,6	34,4	58,7	0,553	0,364	56	33,2	66,1	73,9
13		V. Veronese	T.S.	491	34	42,56	0,258	0,380	-	5,84	22,63	54,27
14		V. Smaragd	T.S.	473	20	49,01	0,250	0,248	2,29	-	25,18	49,73
										22,91		
										24,37		

GALBEN

Tabelul. 5.6.

Nr. ctr.	Eșanti-on	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Galben crom II	T.C. cromat de plumb	572	64,67	80,4	0,413	0,480	-17,1	45,7	47,96	49,32
2		G. citron	T.A. p.m.	575	78,05	88,3	0,394	0,424	-8,26	39,5	39,58	39,7
3		G. citron	T.C.	575,5	78,89	88,8	0,398	0,426	-7,16	40,61	43,12	43,12
4		Citron de Cadmiu	T.F. sulfură de cadmiu	576,8	73,96	86	0,436	0,458	-4,11	48,5	48,01	48,37
5		G. crom I	T.C.	579	67,03	81,7	0,437	0,464	-5,7	47,11	46,7	47,8
6		G. crom	T.A.	576	74,08	86,1	0,438	0,462	-5,11	-49,3	48,9	49,3
7		G. crom	T.D. cromat de plumb	577	68,2	82,6	0,438	0,458	-3,65	46,8	46,2	47,17
8		G. crom închs	T.F. cromat de plumb	578,2	66,72	81,6	0,456	0,458	1,94	48	47,7	48,7
9		G. citron	T.D. p.m.	579,1	73,91	86	0,416	0,413	3,98	39,1	38,8	39,2

10		G. cadmiu deschis	T.F: sulfură de cadmiu	584	77,6	88	0,434	0,485	-13	53	53,9	54
11		G. citron	T.B.	580	75	85,1	0,270	0,461	-33,8	19,6	42,46	56,16
12		G. crom	T:B.	573	65	88,05	0,405	0,458	-149	46,1	47,64	47,79

ORANGE

Tabelul. 5.7.

Nr. ctr.	Eșanti-on	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Orange	T.S.	577	50	84,50	0,450	0,465	-2,04	50,13	49,5	50,1
2		Orange	T.D. p.m.	585	56,01	74,8	0,476	0,411	23,6	40,3	46,7	49,7
3		Orange	T.C.	587	478	69,1	0,477	0,395	27,6	35,1	44,8	50,3
4		Orange	T.A.	588,2	45,08	67	0,501	0,400	32,8	37,2	49,7	55,57
5		Orange cadmiu	T.F. sulfură de cadmiu	589,2	40,03	63,2	0,519	0,400	35,7	36,7	51,5	58,9
6		Vermillon cadmiu	T.F. sulfoseleniură de cadmiu	593,5	34,93	59,1	0,535	0,377	45,98	33,33	57,18	65,91
7		Vermillon	T.D. p.m.	599,5	29,31	54,1	0,532	0,347	53,2	26	60,2	71,05
8		Vermillon	T.D. p.m.	598	29,72	54,51	0,525	0,353	49,31	27,06	56,76	67,97
9		Vermillon	T.A. p.m.	600	24,6	49,6	0,564	0,348	56,4	27,4	63,3	76,1
10		Vermillon	T.C.	604	27	51,9	0,502	0,329	50,66	20,7	55,34	68,2
11		Vermillon	T.S.	610	26	42,55	0,531	0,316	52,8	17,7	56,4	74,9

ROȘU

Tabelul. 5.8.

Nr. ctr.	Eșanti-on	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Roșu permanent	T.D. pigment organic	606	18,29	42,76	0,505	0,324	44,3	16,6	47,9	68,7
2		R. permanent	T.C.	603,8	23,83	48,8	0,523	0,332	51,5	21,6	56,5	71,06
3		R. permanent	T.F. pigment organic	605	23,71	48,7	0,482	0,326	43,1	17,2	47,1	63,9
4		R. Cadmiu D.	T.F. sulfoseleniură de cadmiu	611,9	18,26	42,73	0,549	0,312	59,2	28,7	62,8	79,8
5		R. permanent	T.A.	603	17,82	42,2	0,530	0,330	46,1	19,9	50,8	71,1
6		Geraniu	T.F.	609	18,14	42,6	0,486	0,313	43,3	13,7	46,13	67,52
7		R. Cadmiu Î.	T.F. pigment organic	614	15,83	39,8	0,521	0,309	50,1	14,9	52,93	74,3
8		Lac garanță	T.F. pigment organic	616	10,98	33,13	0,540	0,305	46,8	13,4	49,4	76,8
9		R. permanent	T.S.	588	16	44,71	0,502	0,399	32,3	35,8	48,54	55,54
10		Carmin	T.D. pigment organic	-496	11,2	33,5	0,404	0,296	22,9	3,4	23,9	63,1
11		Carmin	T.A.	-497	6,6	25,6	0,398	0,307	14,6	3,39	15,75	68,09
12		Carmin	T.C.	614	7,49	27,4	0,410	0,312	16,2	4,77	17,6	66,9

13		Carmin	T.A.	607	6,46	25,41	0,384	0,319	10,23	3,79	11,58	67,48
14		Violet garanță	T.F. pigment organic	699	6,36	25,2	0,432	0,293	22,2	3,73	23,3	70,6

OCRURI

Tabelul. 5.9.

Nr. ctr.	Eșanti- on	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Ocru galben	T.A. pământ natural	581	34,87	59,05	0,430	0,405	8,6	27,2	28,29	43,35
2		O. galbenD.	T.F.	581,6	43,75	66,14	0,421	0,400	8,6	28,9	29,85	39,43
3		O. galben	T.C.	580,6	44,27	66,5	0,399	0,388	5,54	25,04	25,28	35,81
4		O. galben	T.D.	576	42,2	64,96	0,399	0,420	-3,38	29	28,51	39,2
5		Sienna naturală	T.C.	581	40,05	63,3	0,425	0,408	7,12	29	29,5	41,12
6		Ocru auriu	T.F. oxid de fier	583,4	34,61	58,83	0,421	0,388	11,04	24,09	26,35	42,28
7		Sienna naturală	T.A.	582,5	28,17	53,07	0,432	0,401	9	24,1	25,55	46,5
8		Umbră naturală	T.D. pământ natural	581	15,66	39,6	0,366	0,361	2,37	10,12	10,1	53,3
9		Umbră arsă	T.D. pământ ars	582	15,23	39,02	0,377	0,366	3,6	11,13	11,5	54,1
10		Umbră arsă	T.C.	588	12,24	34,9	0,355	0,336	4,8	5,45	7,5	57,4
11		Umbră naturală	T.A.	593	8,5	29,13	0,374	0,334	7,2	5,37	9,4	63,5
12		Umbră naturală	T.S.	587	13	29,7	0,378	0,347	5,78	6,9	9,2	62,84
13		Roșu englez	T.F. oxid de fier	592,4	20,48	45,2	0,452	0,359	22,5	17,6	28,9	54,8
14		R. englez	T.C.	593	11,6	34,1	0,415	0,346	13,3	9,9	16,9	60,3
15		R. venețian	T.F. oxid de fier	598	13,01	36,1	0,444	0,338	21,2	11,5	24,7	61,05
16		Sienna arsă	T.S.	582	12	32,2	0,379	0,365	3,34	9,26	9,65	60,4
17		Sienna arsă	T.C.	587	17,18	41,4	0,402	0,362	9,7	13,1	16,4	53,05
18		Sienna arsă	T.A.	590	15,26	39,1	0,437	0,362	15,8	4,6	21,8	57,2
19		Sienna arsă	T.D.	597,5	12,2	34,9	0,435	0,338	19,06	10,58	22,32	61,2
20		Sienna arsă	T.F. pământ ars	598,5	12,9	35,9	0,442	0,337	21,1	11,2	24,4	61,1
21		Umbră arsă	T.F. pământ ars	586,5	8,23	28,8	0,384	0,352	6,37	6,93	9,4	63,8
22		Umbră naturală	T.F. pământ natural	588	8,2	28,17	0,389	0,351	6,6	7,6	10,2	64,01
23		Umbră arsă	T.S.	589	8	20,61	0,342	0,329	2,19	2,29	3,52	71,37

ACROMATICE

Tabelul. 5.10.

Nr. ctr.	Eșantion	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Alb	T.A.		88,96	94,32						
2		Alb titan	T.D.		88,34	93,99						
3		Alb titan	T.F.		87,67	93,63						
4		Alb zinc	T.F.		84,97	92,2						
5		Alb zinc	T.C.		84,25	92,0						
6		Alb titan 01	T.S.		87	93,0						
7		Negru fum	T.S.		4,25	20						
8		Negru fum	T.A.		4,15	20,37						
9		Negru ivoriu	T.F. negru de os		4,4	20,97						
10		Negru fum	T.F.		4,19	20,46						
		Negru de fum	T.F.		4,09	20,22						

5.2.5.2. CULORI ULEI

Tabelul. 5.11.

Nr. ctr.	Eșantion	Denumire culoare	Tip	Lg. de undă	Luminozitate		x	y	a	b	ΔC	ΔE
					Y	L						
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1		Galben citron	Ulei Atelier	575	78,05	88,3	0,394	0,424	-8,26	39,5	39,58	39,7
2		Galben crom 1	Ulei Atelier	579	49,63	70,9	0,453	0,452	3,01	40,85	40,43	45,53
3		Ocru galben 18	Ulei fin, păm. Natural	585	22,37	47,35	0,464	0,404	14,11	24,11	27,89	52,47
4		Ocru galben deschis 17	Ulei Toniza	584	23,71	48,74	0,448	0,403	11,37	23,47	25,9	50,36
5		Sienna naturală 19	Ulei Atelier	584	19,18	43,82	0,434	0,393	9,59	19,31	21,46	52,64
6		Sienna naturală 20	Ulei D. Păm. Natural	585	16,37	40,46	0,415	0,376	9,06	15,1	17,6	54,2
7		Orange cadmiu 2	Ulei Atelier sulfură de cadmiu	592	32,03	56,65	0,522	0,379	39,85	30,98	50,86	61,86
8		Orange 3		595	30,25	55,0	0,547	0,370	49,15	31,5	58,8	69,22
9		Vermillion 4	Ulei Atelier p. m.	598	29,26	54,15	0,544	0,356	52,91	28,99	60,85	71,6
10		Vermillion 5	Ulei deco. p. m.	602	24,2	49,2	0,561	0,340	58,6	26,1	64,8	77,7
11		Vermillion 7	Ulei Atelier	606	20,34	45,14	0,563	0,328	59,2	22,7	64,03	79,3
12		Roșu permanent 6	Ulei Atelier	607	15,21	39,15	0,555	0,322	51,97	18,63	55,86	76,8
13		Roșu	Ulei Toniza	613	16,4	40,59	0,537	0,309	54,8	16,56	57,94	77,4

		cadmiu 8	sulfoseleniur ă de cadmiu									
14		Carmin 9	Ulei deco. p. m.	619	7,84	27,89	0,473	0,305	28,5	7,53	30,2	70,77
15		Roșu englez 16	Ulei deco. Oxid de fier	599	11,56	34,74	0,445	0,335	21,63	10,93	24,78	62,24
16		Roșu enețian 2	Ulei deco. Pământ roșu	605	10,24	32,7	0,459	0,323	25,59	9,9	28,07	63,51
17		Verde veronese 12	Ulei deco.	535	26,01	50,83	0,271	0,435	32,25	15,27	34,61	53,71
18		Verde veronese 13	Ulei Atelier	492	17,64	42,46	0,257	0,456	-31,5	14,01	33,4	59,7
19		Verde crom 14	Ulei Atelier	572	6,76	26,73	0,350	0,380	-2,93	7,5	7,21	65,5
20		Verde crom 15	Ulei deco p. m.	501	8,41	29,71	0,309	0,392	-10,2	7,4	11,57	63,25
21		Albastru ceruleum 10	Ulei extrafin Stanat de cobalt	475	12,96	36,56	0,217	0,212	2,74	-32,6	33,4	64,65
22		Albastru cobalt 11	Ulei deco. p. m.	434	5,76	24,61	0,228	0,558	20,29	-39,3	45,2	81,1
23		Violet 16	Ulei deco. p. m.	612	4,84	22,78	0,331	0,286	7,14	-20,6	8,4	69,6
24		Alb de zinc	Ulei deco. Oxid de zinc	-	60,84	78,59						
25		Albastru ultramarin	Ulei Toniza silicat de sodiu	-	4,41	21,61	0,237	0,202	14,2	-17,9	23,9	74,2
26		Violet	Ulei Atelier	-	0,25	5,18	-	-	-	-	-	-
27		Negru de fum	Ulei decorativ	-	0,067	2,59	-	-	-	-	-	-
28		Albastru prusia	Ulei decorativ ferocianură ferică	-	0,053	2,32	-	-	-	-	-	-
29		Umbră arsă	Ulei extrafin Pământ ars	-	0,37	6,15	-	-	-	-	-	-
30		Negru de fum	Ulei atelier	-	0,18	4,36	-	-	-	-	-	-
31		Umbră arsă	Ulei decorativ	-	0,38	6,27	-	-	-	-	-	-

5.3.3. REPREZENTAREA REZULTATELOR

În urma procesului complex de măsurare , se obțin trei componente fundamentale ale culorilor : X, Y , Z .

Prin metode matematice de calcul , pe baza formulelor consacrate se pot obține și celelalte caracteristici ale culorilor .

Pentru ușurarea înțelegerii procesului de parametrizare se va exemplifica acest proces printr-un caz concret , acela al culorii GALBEN CROM .

Coordonatele acestei culori sunt următoarele :

Tabelul. 5.12.

NR. CRT.	COD	DEFINIȚIE	VALOARE	OBS.
1.1.	X	COMPONENTE	70.16	
1.2.	Y	COMPONENTE	74,08	
1.3.	Z	COMPONENTE	15.8	
2.1.	x^*	COORDONATE	0,4383904	
2.2.	y^*	COORDONATE	0,4628843	
2.3.	z^*	COORDONATE	0,00987253	
3.1.	λd^*	Lungime de undă	576 nm	
4.1.	a	Grad de roșu (+)	-5,117246	
4.2.	b	Grad de verde (-) Grad de galben (+) Grad de albastru (-)	49,364883	
5.1.	L	Luminozitate	86,06973	
5.2.	Δl	Diferență de luminozitate	-5,83028	
5.3.	Δa	Diferență de nuanță	-4,217246	
5.4.	Δb	Diferență de nuanță	48,76484	
5.5.	ΔE	Diferență de culoare	49,29286	
5.6.	ΔC	Diferență de cromaticitate	48,9468	

Cu datele astfel obținute se poate trece la reprezentarea culorii GALBEN CROM.

O primă reprezentare plană s-a realizat pe diagrama de cromaticitate a COMISIEI INTERNAȚIONALE PENTRU ILUMINAT (C.I.E).

Pentru această reprezentarea se vor folosi doar coordonate x și y . Acestea au valorile $x = 0,438$ și $y = 0,462$.

În funcție de tipul sursei de iluminare folosită - naturală sau artificială (A, B,C,D,E,F) care este reprezentată în centrul diagramei , se unește printr-o linie dreaptă locul sursei de iluminat cu locul coordonatelor x și y , prelungindu-se linia dreaptă până când întâlnește curba exterioară a diagramei .

Această curbă este gradată în funcție de valorile pe care le au LUNGIMILE DE UNDĂ (λ)

Se obține astfel valoarea 576 nm pentru lungimea de undă a culorii GALBEN CROM .

Această reprezentare poate fi văzută în figura 5.12 :

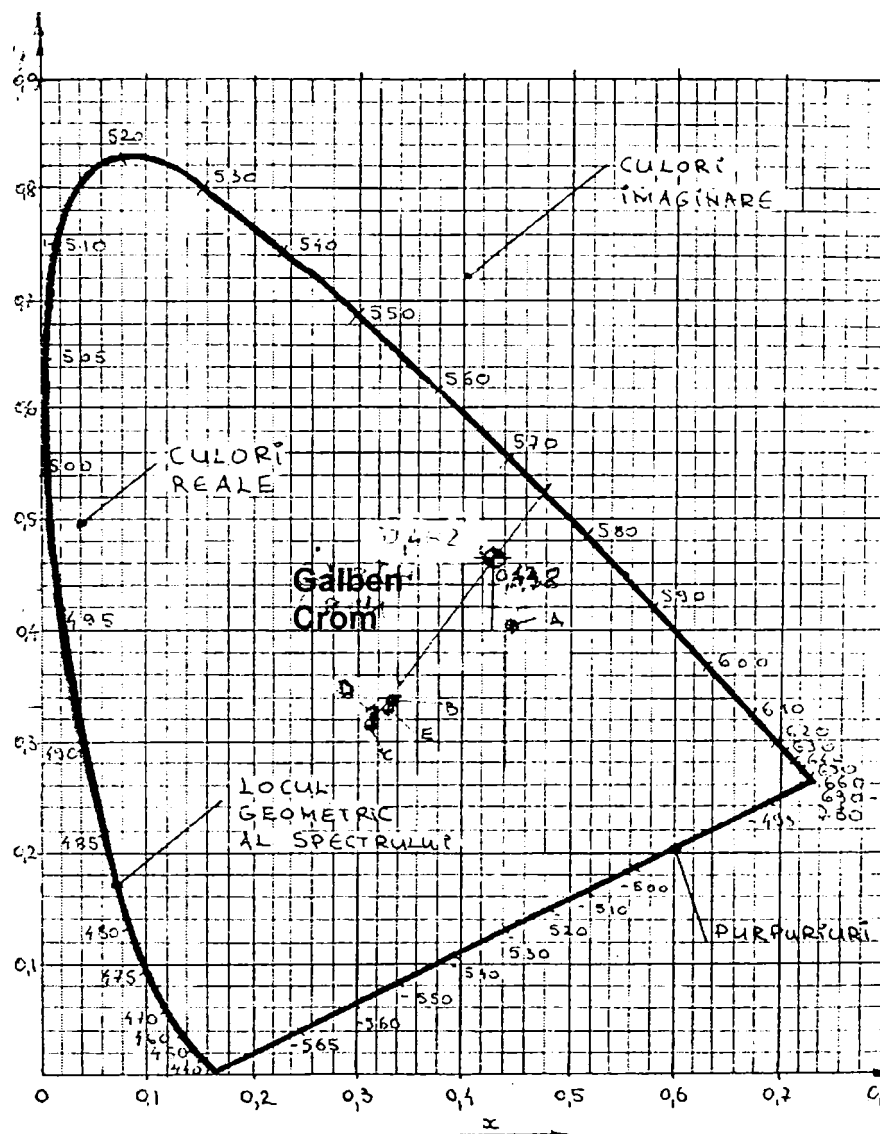


Fig. 5.12

Pentru a reprezenta culoarea aleasă pe diagrama C.I.E. L A B ,se vor folosi doar coordonatele a și b , care au valorile :

$$a = -5,117 \quad \text{și} \quad b = 49,364$$

Aceste valori reprezintă gradul de verde și respectiv gradul de galben al culorii după cum rezultă din Fig. 5.13 :

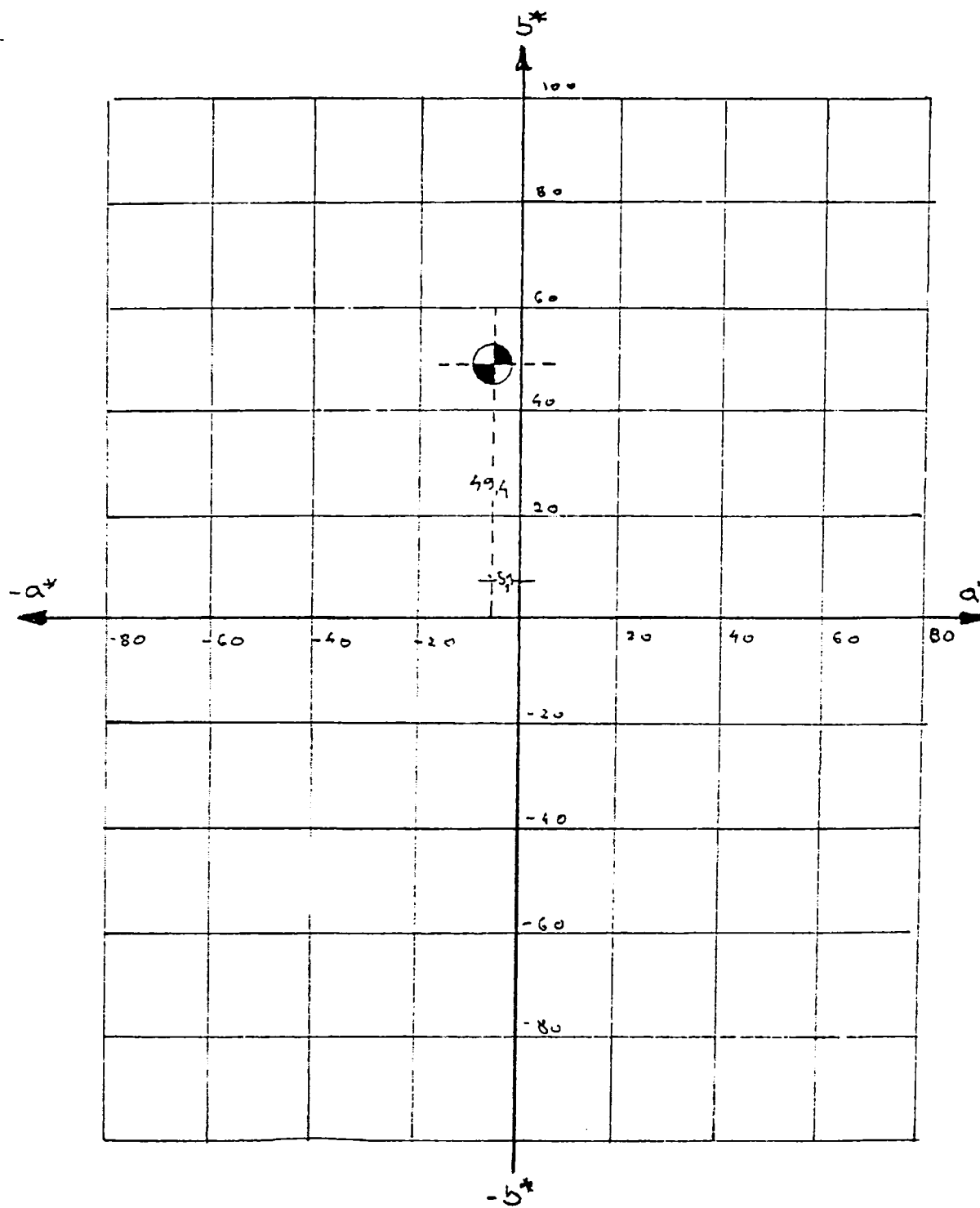


Fig. 5.13

Pentru reprezentarea culorii GALBEN CROM în spațiul tridimensional C.I.E. – LAB (HUNTERLAB), s-au utilizat date suplimentare, respectiv coordonatele :

$$\blacktriangle a = -4,217 ; \quad \blacktriangle b = 48,764 \quad \blacktriangle c = 48,946 \quad \text{și} \quad \blacktriangle e = 49,292.$$

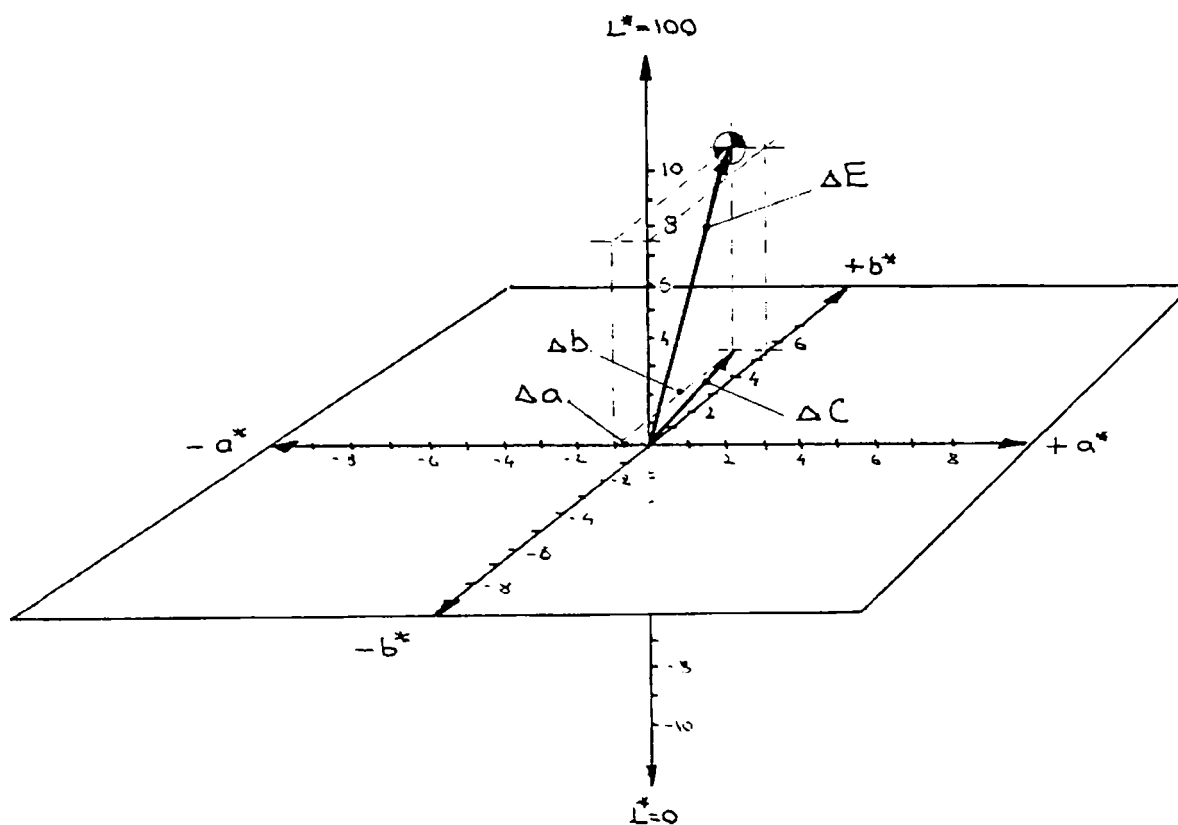


Fig. 5.14

5.3.1 Diagrama „C.I.E.”

În studiul întreprins s-au luat în analiză 73 de culori diferite ale căror caracteristici cromatice au fost măsurate cu un aparat de tip MOMCOLOR.

Cu caracteristicile cromatice stabilite pe baza a trei măsurători diferite, în aceleași condiții de laborator stabilite de standardele în vigoare, s-au realizat mai multe reprezentări.

Prima reprezentare a fost făcută în plan, ținând seama de diagrama cromaticității și de rigorile impuse de comisia INTERNAȚIONALĂ DE ILUMINAT de la BRUXELLES, C.I.E.

Rezultatele dispunerii culorilor tempera de fabricație indigenă, pe diagrama CIE, pot fi văzute în figura 5.15.

5.3.2. DIAGRAMA C.I.E. - LAB (HUNTERLAB)

În figura nr. 5.16. reprezentarea aceluiași culori s-a realizat într-un sistem diferit – HUNTERLAB. Dispunerea tonurilor este mult mai bine repartizată în sistem, între culori existând spații mai mari, singura zonă mai aglomerată fiind cea a ocrurilor care însă nu prezintă interes din punct de vedere al culorilor primare și secundare (Fig. 5.16).

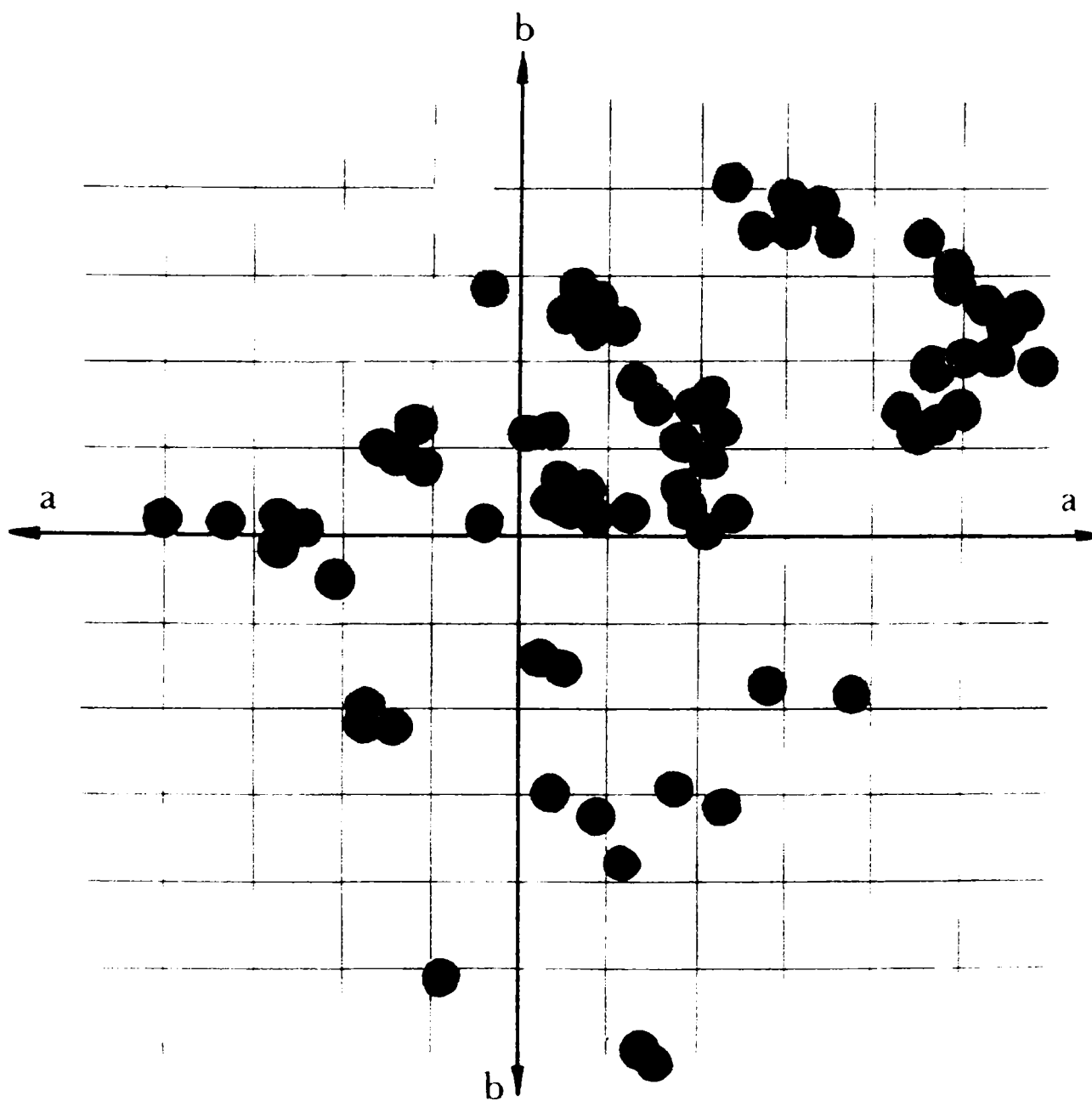


Fig. 5.16.

5.3.3. DIAGRAMA SEMILOGARITMICĂ

Se propune o altă variantă de reprezentare dispunerea logaritmică. Aceasta conține pe abscisă reprezentarea lungimilor de undă, iar pe ordonată – pe o scară logaritmică luminozitatea culorilor (Fig. 5.17)

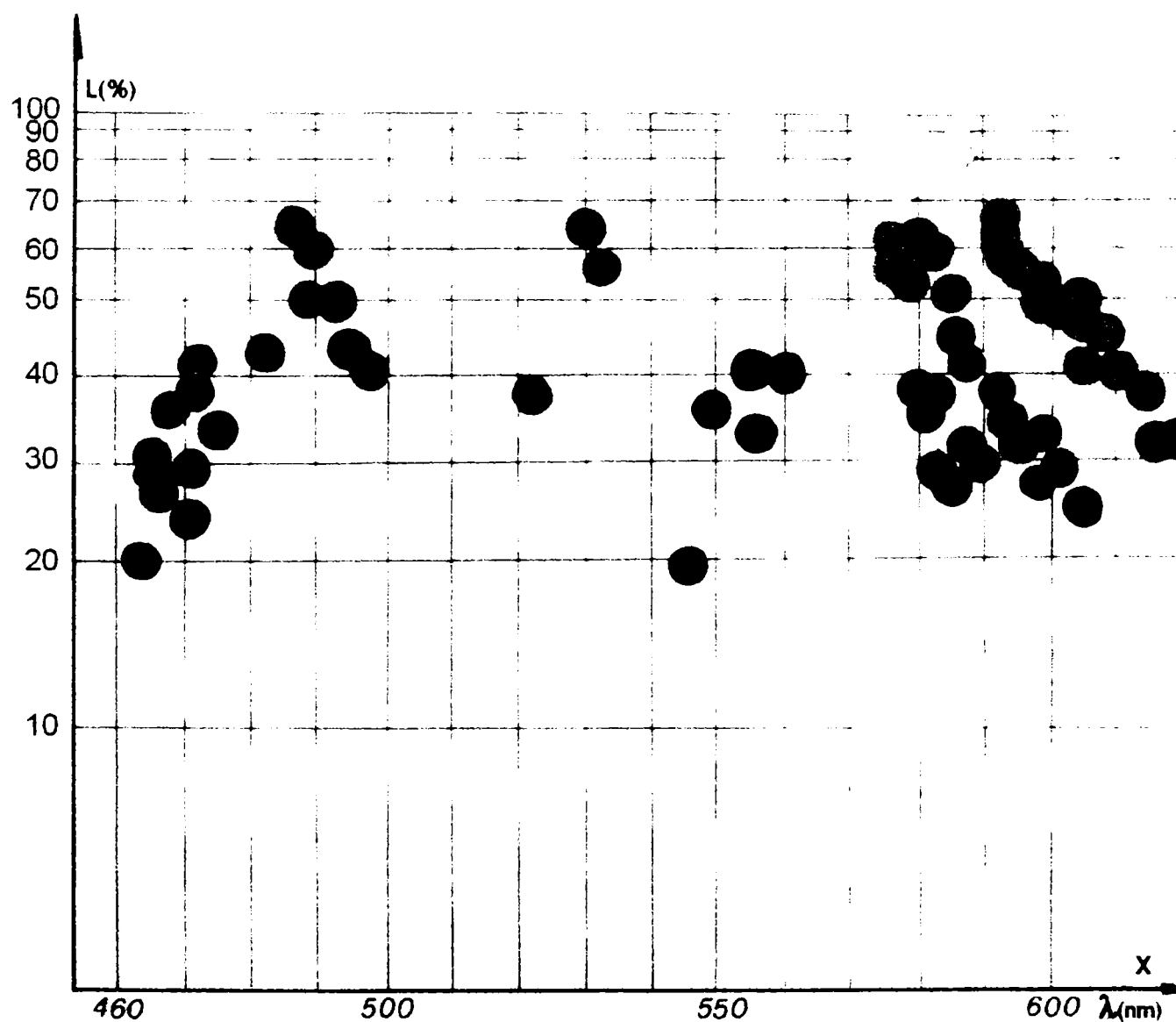


Fig. 5.17

Prin această reprezentare se poate constata că dispunerea tonurilor de culoare se face ținând cont de relațiile și distanțele care apar între culori.

Considerăm că această dispunere reflectă mai obiectiv realitatea fenomenelor cromatice. Astfel se pot vedea pe o singură diagramă două din cele, cel puțin trei dimensiuni ale culorilor.

CAPITOLUL 6

6. CONTRIBUȚII LA ELABORAREA UNUI SISTEM CROMATIC ROMÂNESC

6.1 Considerații generale

După ample cercetări bibliografice întreprinse de autor (în capitolul 3) asupra celor mai importante forme de reprezentare spațială a sistemelor cromatice folosite în majoritatea țărilor lumii, se impune necesitatea dezvoltării unui sistem specific și în România.

6.1.1 Introducere

Preocupări originale pentru dezvoltarea a unui sistem de culoare datează încă de la începutul anilor '80 și în România.

Experiența acumulată în mai multe domenii practice ale utilizării culorilor, cum ar fi industria mijloacelor de transport (în special automobile) de aparate și echipamente, respectiv învățământul de artă, a necesitat o abordare temerară și constantă a domeniului cromatic.

Primele măsurări colorimetrice ale obiectelor colorate și ale culorilor fabricate în țară datează din 1986 și au fost efectuate la C.C.P.A.L.V. – București. Ele au continuat apoi în 1994, 1996 și 1999 la Laboratorul de Chimie Anorganică al Academiei Române, filiala Timișoara.

Încercarea de a sintetiza toate informațiile cunoscute până la această oră, în ceea ce se va numi Sistem Cromatic Românesc (S.C.R.) este extrem de laborioasă și dificilă.

Prima dificultate a constat în opțiunea asupra variantei adoptată ca experiment în aceea ca între amestecul aditiv și cel substractiv există diferențe principiale.

În cele ce urmează s-a optat numai pentru domeniul SUBSTRACTIV.

A doua dificultate a fost de natură psihologică. Dintre cele peste 20 de teorii asupra percepției culorilor, din care multe se bazează pe principii și legi contradictorii. S-a admis teoria lui HELMHOLZ, ca fiind cea mai potrivită pentru studiu. Aceasta admite existența a trei culori FUNDAMENTALE și anume ROȘUL, GALBENUL ȘI ALBASTRUL, precum și existența a celor două acromatice ALBUL și NEGRUL.

O a treia dificultate a fost aceea a găsirii unui limbaj general valabil pentru a putea codifica senzația cromatică prin mijloace inteligibile și ușor de reprodus.

6.1.2. ISTORIC

După ce s-au obținut prin măsurători colorimetrice caracteristicile tuturor culorilor tempera folosite în țară, este foarte important să încercăm sistematizarea acestor

informații[fig. 5.16-5.18] reproducând mostre colorate care să corespundă unor etaloane sau unor caracteristici cromatice impuse.

În capitolul precedent s-au prezentat trei modalități distincte de a prezenta realitatea fenomenului coloristic: DIAGRAMA C.I.E., DIAGRAMA CIE-LAB (HUNTERLAB) și DIAGRAMA SEMILOGARITMICĂ.

Din cele aproape 100 de tonuri cromatice s-a încercat identificarea celor trei culori, care în valoarea absolută să creeze senzațiile de GALBEN, ROȘU și ALBASTRU.

În figurile 6.1 – 6.5 se reprezintă o sinteză a căutărilor autorului din ultimii 15 ani. Se poate constata o diversitate a opțiunilor pentru culorile primare care a fost determinată în primul rând de schimbarea în timp a culorilor și produselor colorate fabricate în România, cu o tendință de reducere a calității acestor culori.

Figura 6.1. prezintă un număr de 24 de tonuri cromatice și 7 tonuri acromatice, precum și un număr de 480 de tonuri intermediare. Sistemul care conține în total 511 tonuri, a fost elaborat în anul 1985.

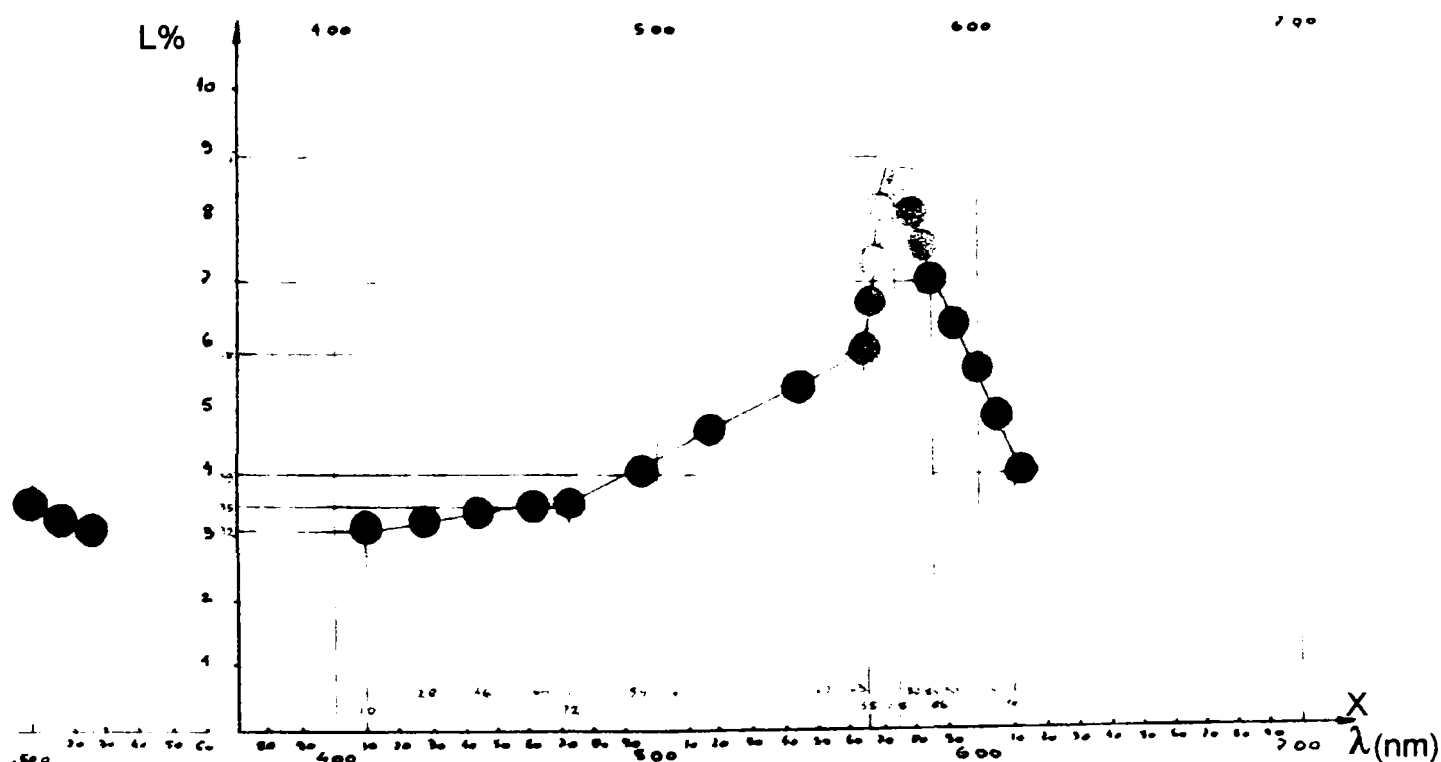


Fig. 6.1.

În figura 6.2 sunt prezentate alte 6 tonuri cromatice, cu alte nuanțe. Ele au fost sintetizate în anul 1988

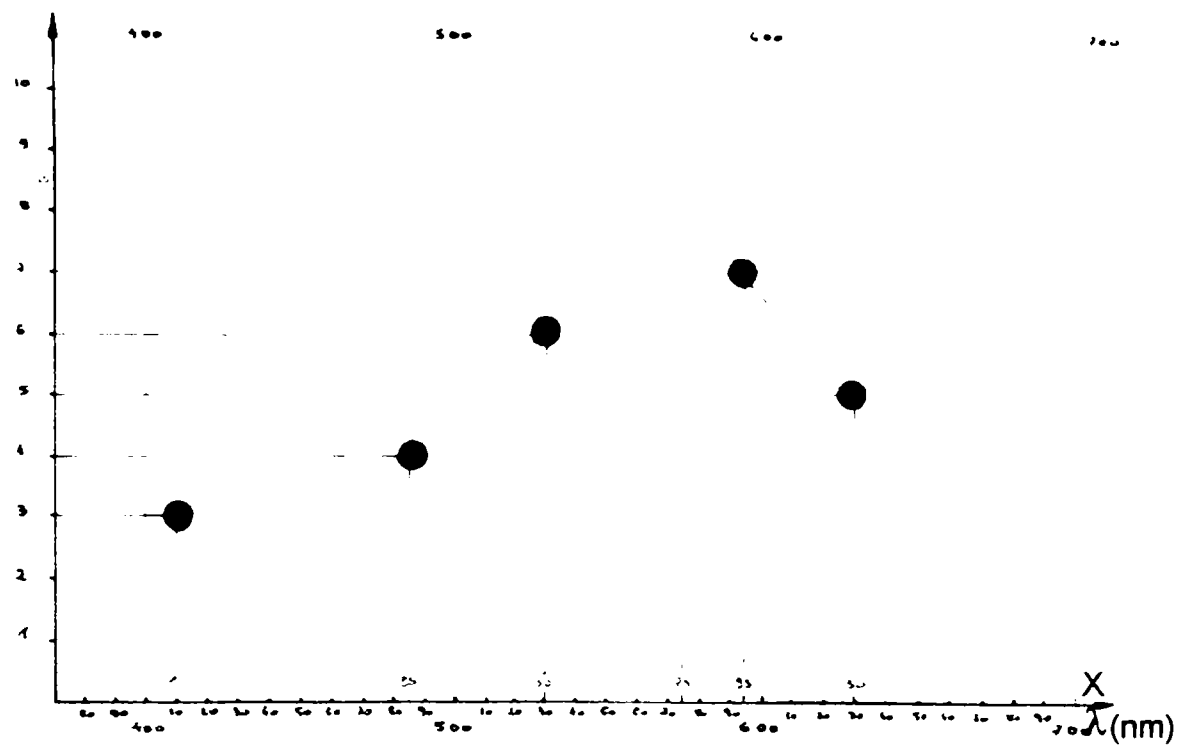


Fig. 6.2.

Figura 6.3 reprezintă un alt sistem cu 6 tonuri cromatice. Sistemul conține 24 tonuri cromatice 17 tonuri acromatice, precum și 2952 de tonuri intermediare. În total sunt 2993 de tonuri. El a fost elaborat în 1994.

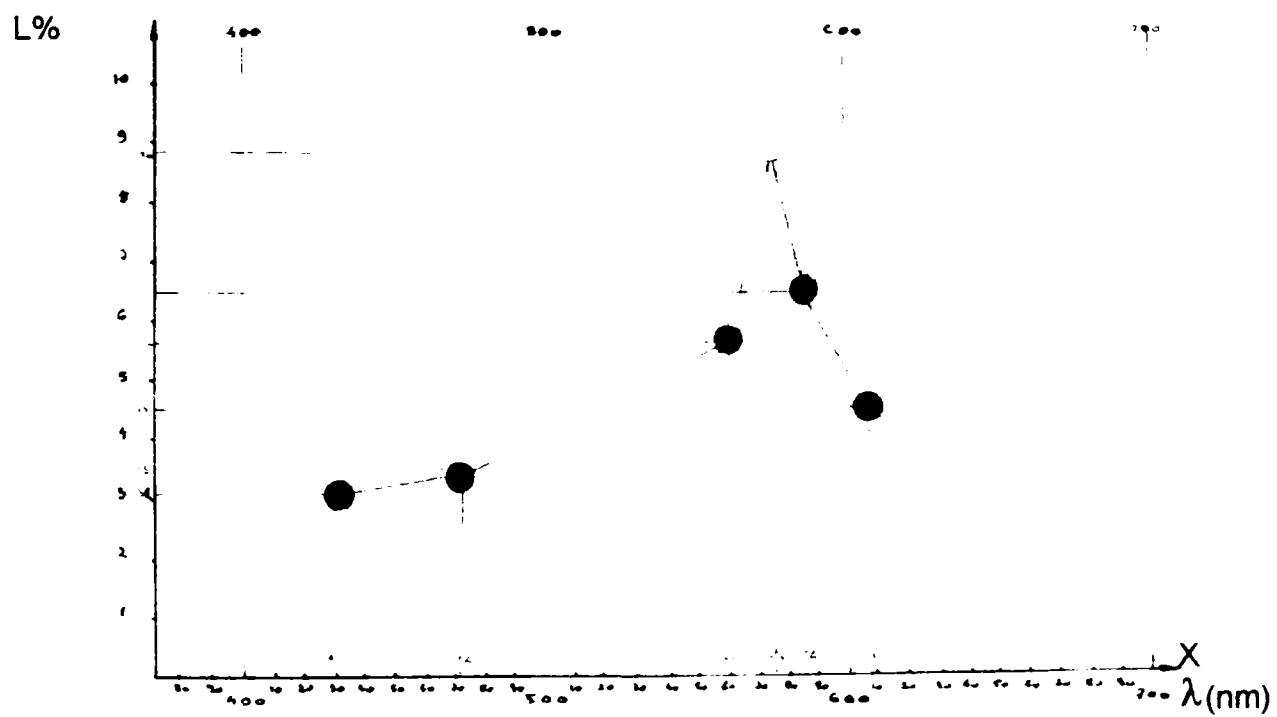


Fig. 6.3.

În figura 6.4 sunt prezentate 12 de tonuri cromatice. Sistemul conține 48 tonuri cromatice și un număr de 7 tonuri acromatice. Acest sistem a fost elaborat în 1996.

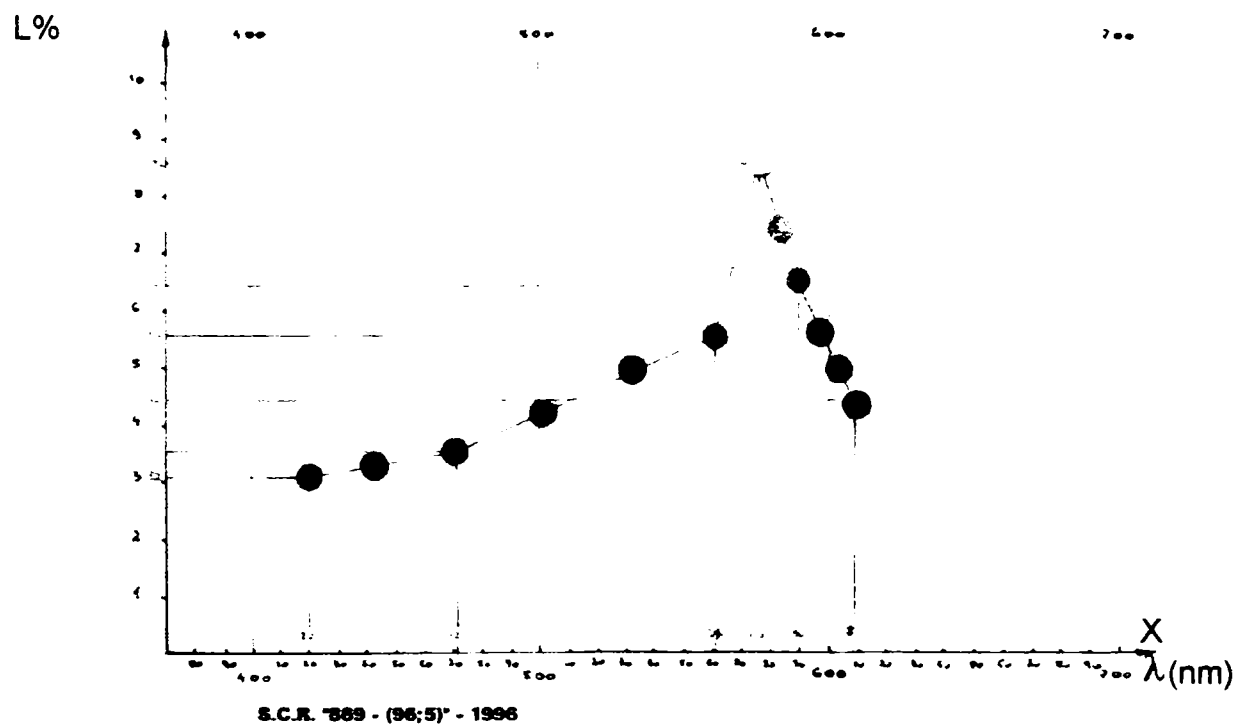


Fig. 6.4.

În figura 6.5 sunt prezentate sinteza cercetărilor întreprinse de autor în anul 1997. Sistemul poate fi caracterizate astfel: număr de tonuri cromatice 48, tonuri acromatice 9, numărul total fiind de 1737.

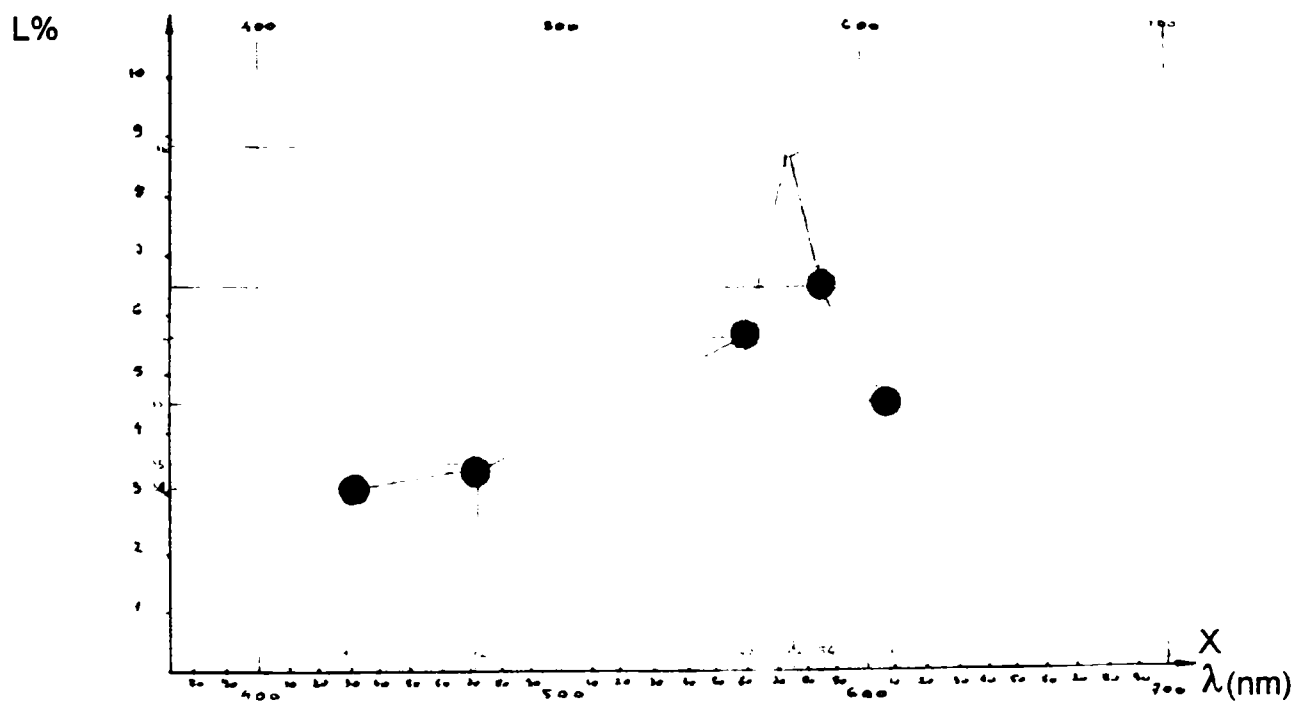


Fig. 6.5.

În figura 6.6. sunt prezentate un număr de 12 de tonuri cromatice. Ele au fost realizate în anul 2002.

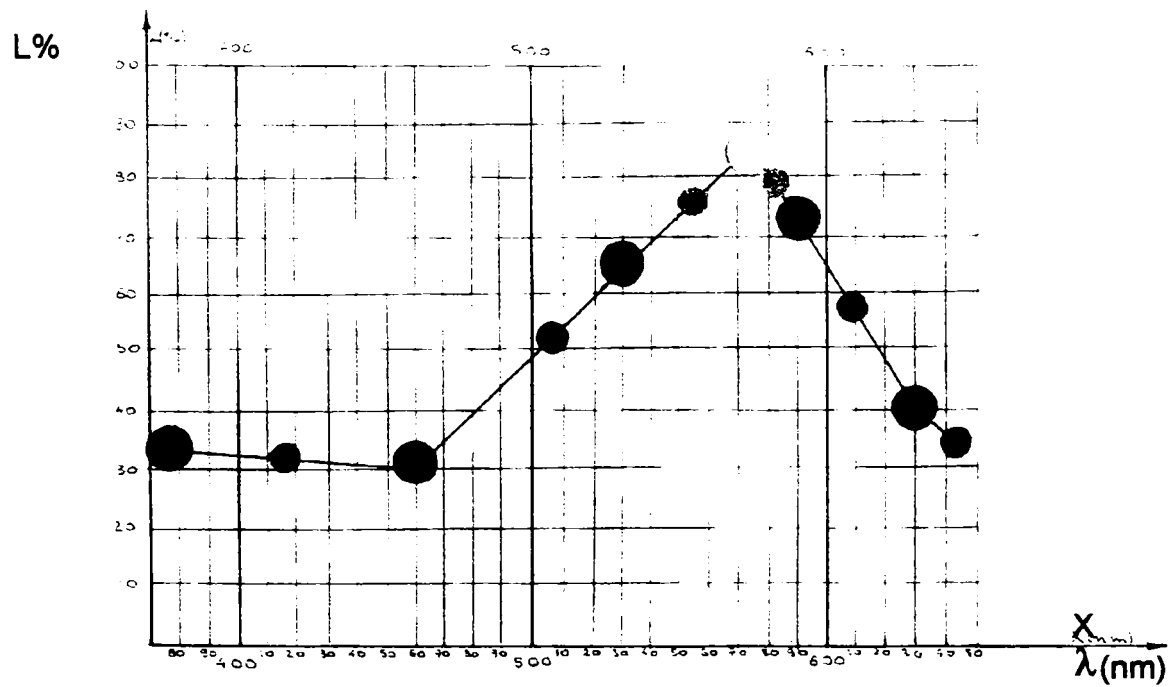


Fig. 6.6.

Figura 6.7. conține un grafic comparativ care reprezintă o sinteză a datelor ilustrate în cele 6 figuri anterioare (6.1 – 6.6.).

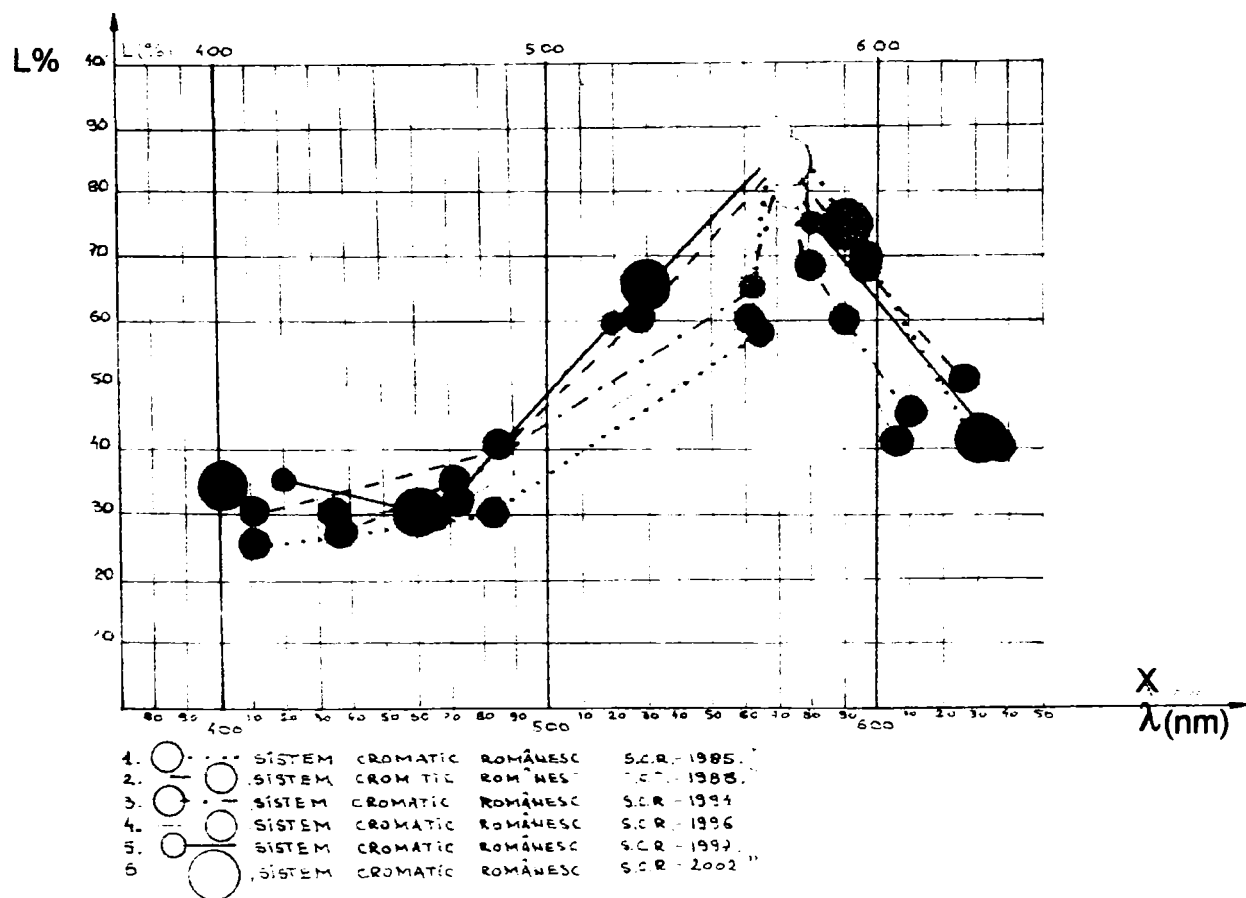


Figura 6.7

Se observă o dispersie destul de mare pe care tonurile au avut-o pe parcursul timpului. Zona cea mai stabilă s-a situat în zona galbenului unde valorile au rămas aproximativ identice.

În tabelul nr. 6.1 se prezintă, în detaliu, evoluția caracteristicilor cromatice ale culorilor din sistem.

Se prezintă, de asemenea, și mediile aritmetice care au fost obținute.

Tabelul 6.1

Nr ctr.	Denumire ton	Cod	S.C.R. 1985		S.C.R. 1988		S.C.R. 1994		S.C.R. 1996		S.C.R. 1997		Valori medii	
			λ [nm]	L	λ [nm]	L	λ [nm]	L	λ [nm]	L	λ [nm]	L		
1	Violet	Vi	410	30	410	30	-586	30	410	32	-420	30	-	30
2	Violet Albastrui	Avivi			429	32			457-486	30				
3	Albastru Violet	Avi	486	33,5	447	35	-580	31	474-480	31		33,5	-	33,5
4	Albastru Violaceu	AAvi			466	37			463					
5	Albastru	A	472	35	485	40	472	35	472	35	472	35	470	35
6	Albastru Verzui	AAve			496	45			485	37				
7	Albastru Verde	Ave	518,5	46,5	507	50	551	46,5	510	42	477,5	45,5	502,5	53,5
8	Verde Albăstrui	Aveve			519	55			553	49				
9	Verde	Ve	567	58	530	60	562	58	565	58	561	56	545	72
10	Verde Gălbui	vev			541	67			564	61				
11	Galben Verde	Gve	570,5	69,5	552	72	568	69,5	568	71	578,5	65,5	560,5	78,7
12	Galben Verzui	GGve			574	78			572	78				
13	Galben	G	576	87	575	85	579	87	576	87	576	85	576	85,5
14	Galben Portocaliu	GGo			580	81			581	75				
15	Galben Orange	Go	570	88,5	585	77	584,5	75,5	584	69	583	74,5	583	74,5
16	Orange Gălbui	Goo			590	74			589	62				
17	Orange	O	586	70	595	70	590	64	586	70	590	64	590	68
18	Orange Roșiatic	Roo			604	65			610	48				
19	Roșu Orange	Ro	593	55	612	60	599	54,5	597	52	599	57	596,5	59,5
20	Roșu Portocaliu	RRo			621	55			599	46				
21	Roșu	R	610	39	630	50	608	45	608	44	608	44	623	45
22	Roșu Violaceu	RRvi	500						6	37				
23	Roșu Violet	Rvi	512	34,5		40		37,5		35		37		37,5
24	Violet	Rvivi	525							33				

	Roșcat												
	Tonuri Cromatice	24		24		24		48	33	48			
	Tonuri acromatice	7		7		17		7		9			
	Total tonuri	511		511		2993		1015		1737			

Din analiza datelor rezultă că valorile medii pentru culorile primare sunt:

GALBEN – lungime de undă 576, luminozitate 85

ROȘU – lungime de undă 623, luminozitate 45

ALBASTRU – lungime de undă 470, luminozitate 35

Pentru culorile secundare avem următoarele valori:

ORANGE – lungime de undă 590, luminozitate 68

VERDE – lungime de undă 545, luminozitate 72

VIOLET – lungime de undă 410, luminozitate 30

Valorile principalelor tonuri cromatice au fost influențate și de faptul că în perioada investigată (aproape 20 de ani) calitățile pigmentilor fabricați în țară au fost modificate în numeroase rânduri.

Pentru a putea compara aceste valori cu valorile sistematice ale SPECTRULUI CROMATIC NATURAL și mediile aritmetice ale principalelor SISTEME CROMATICE cunoscute până acum s-a realizat un tabel comparativ tabelul 6.2:

Tabelul 6.2

Nr. ctr.	Denumire ton	cod	Spectrul cromatic natural		Sisteme cromatice cunoscute		S.C.R.*	
			λ [nm]	L	λ [nm]	L	λ [nm]	L
1	Violet	Vi	400	-	437-556	-	410	30
2		Aviviv	423	-	-	-	-	-
3	Albastru violet	Avi	446	-	-	-	440	33,5
4		AAvi	461	-	-	-	-	-
5	Albastru	A	475	-	478,3	-	470	35
6		Ave	486	-	-	-	-	-
7	Albastru verde	Ave	497	-	496,5	-	507,5	53,5
8		Aveve	512,5	-	-	-	-	-
9	Verde	Ve	526	-	514,8	-	545	72
10		Gveve	544	-	-	-	-	-
11	Galben verde	Gve	562	-	545	-	560,5	78,5
12		GGve	565,5	-	-	-	-	-
13	Galben	G	569	-	575	-	576	85
14		GGo	580	-	-	-	-	-

15	Galben orange	Go	591	-	583,5	-	583	74,5
16		Goo	598	-	-	-	-	-
17	Orange	O	605	-	594	-	590	75
18		Roo	614	-	-	-	-	-
19	Roșu orange	Ro	623	-	617,5	-	606,5	59,5
20		RRo	664,5	-	-	-	-	-
21	Roșu	R	706	-	641	-	623	45
22		Rrvi	-	-	-	-	-	-
23	Roșu violet	Rvi	-	-	-	-	-	37,5
24		Rvivi	-	-	-	-	-	-

* Valori medii (media aritmetică)

Se poate constata că valorile sistemului cromatic românesc se situează ca majoritatea valorilor obținute într-o plajă de toleranță care poate fi acceptată.

Acest lucru confirmă faptul că rezultatele autorului se situează în limitele impuse de principalele sisteme cunoscute în țări cu o preocupare constantă în acest domeniu.

6.1.3. REȚETE DE AMESTEC

În tabelul 6.3 se prezintă rezultatele experimentale privind REȚETELE DE AMESTEC pentru obținerea culorilor primare și secundare. El conține și componentele și proporțiile în care acestea au fost alese.

Tabelul 6.3.

Nr ctr.	Denumire ton cromatic	1974-1980		1988 "24"		1994 "48"		1997 "48"	
		pigment	%	pigment	%	pigment	%	pigment	%
1	GALBEN	Galben T.C.	50	Galben crom T.A.	50	Galben T.A.	50	G. crom T.A.	100
		Galben crom T.A.	50	Galben T.A.	50	Galben crom T.C.	50		
2	ROȘU	R. cadmiu T.F.(1)	70	R. permanent T.C.	80	R. permanent T.A.	80	R. cadmiu T.F.	100
		R. cadmiu T.F.(d)	30	Vermillon T.A.	20	Vermillon T.A.	20		
3	ALBASTRU	A ultram. T.A.	40	A ultram. T.A.	70	A ultram. T.A.	60	A. ultramarin T.F.	50
		A.cobalt T.F.	40	A.prusia T.C.	30	A.cobalt T.C.	40	A. ultramarin T.D	50
		A.prusia T.C.	20						
4	ORANJ	O cadmiu T.F.	80	G crom T.C.	20	G crom T.A.	60	Orange T.D.	100
		G crom T.C.	20	Orange T.A.	80	Orange T.C.	40		
5	VERDE	Ve. Smarald T.A.	50	G crom T.C.	50	G crom T.C.	50	Ve. Veronese T.C.	100
		G cadmiu T.F.	50	Ve. Smarald T.A.	50	Ve. Smaragd T.A.	50		
6	VIOLET	Violet T.D.	100	Violet T.A.	100	Violet T.A.	100	Violet T.A.	100

T.C. = Tempora concentrată; T.F.= Tempora fină; T.A. = Tempora atelier; T.D.= Tempora decorativă

6.1.4. CONSTRUCȚIE ȘI CODIFICARE

Prezentăm în continuare detalii ale construcției geometrice și codificării propuse pentru ale S.C.R.

Fiecare culoare va fi prezentată printr-un cerc care va fi însoțită de un cod literar și/sau numeric. Pentru a putea defini cât mai bine relațiile intercromatice cercurile vor fi legate între ele prin linii. Astfel de configurații au fost numite „SCĂRI ELEMENTARE DE AMESTEC” (fig. 6.5.)

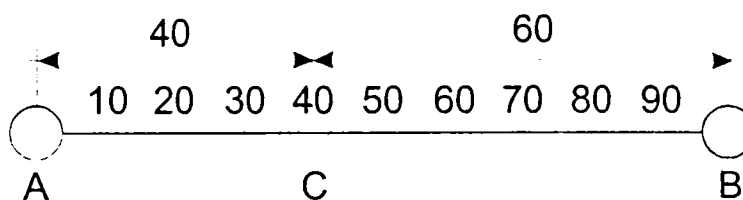


Fig. 6.5.

În funcție de scopul urmărit aceste reprezentări pot fi divizate într-un număr diferit de elemente și în funcție de precizia pe care o dorim distanțele între cercuri pot fi sau numerotate sau cotate.

Gradul de asemănare între două culori este indicat de distanța între cele două puncte. Cu cât aceasta este mai mică, asemănarea este mai mare.

Sistemul poate fi compus dintr-o multitudine de astfel de SCĂRI ELEMENTARE.

Astfel putem distinge o scară a amestecurilor obținute între alb și negru. Această scară este numită SCARA GRIURILOR.

Prin amestecarea unei culori primare cu ALBUL s-a obținut o SCARĂ a CLARITĂȚILOR, iar când aceeași culoare se amestecă cu NEGRUL s-a obținut SCARA PROFUNZIMILOR.

În cazul în care am realiza un număr de amestecuri posibile între două culori s-a obținut ceea ce putem numi SERII CROMATICE, prezentate în tabelul 6.4.

Aceste serii vor fi reprezentate în triunghi, dar ele pot lua și orice altă formă.

Tabelul 6.4

Nr Ctr.	Seria amestecurilor identice		Nr Ctr.	Seria amestecurilor egale	
	Schemă	Definiție		Schemă	Definiție
1.1		“SERIA SATURAȚIILOR” - amestecuri egale față de axa luminozităților	2.1		“SERIA GRIULUI MEDIU” - amestec al clarităților și profunzimilor cu griul mediu
1.2		“SERIA LUMINOZITĂȚILOR” - amestecuri egale față de alb și negru	2.2		“SERIA GRIURILOR” - amestec al gradelor de gri cu tonul cromatic pur
1.3		“SERIA CLARITĂȚILOR” - amestecuri egale cu griuri de aceeași luminozitate	2.3		“SERIA NEGRULUI” - amestec al gradelor de claritate cu negrul
1.4		“SERIA PROFUNZIMILOR” - amestecuri egale cu griuri de aceeași luminozitate	2.4		“SERIA ALBULUI” - amestec al gradelor de profunzime cu albul

O altă prezentare propusă o constituie HEXAGONUL CROMATIC AL S.C.R. Acest hexagon este compus din 13 scări elementare și cuprinde relațiile care se pot stabili între culorile primare și cele secundare(fig. 6.6.):

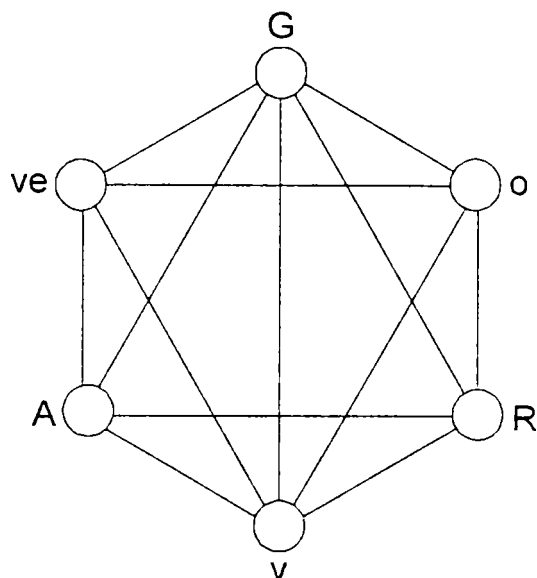


Fig. 6.6.

Distanțele între culori sunt egale. Această reprezentare constituie „ECUATORUL” fiecărui sistem cromatic.

Pentru a mări gradul de precizie al sistemului s-a folosit reprezentarea prin CERCUL de CULOARE(fig. 6.7.).

Această formă de reprezentare poate avea o precizie deosebită și se vor folosi metode trigonometrice pentru notarea tonurilor de culoare aflate pe sau în interiorul acestui cerc. Perimetrul cercului poate fi constituit din culorile pure. Numărul de diviziuni poate fi practic nelimitat.

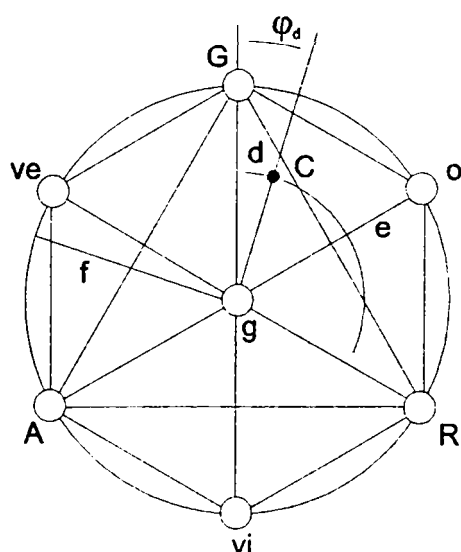


Fig. 6.7.

În cazul reprezentării din fig. 6.7. unghiul de dispunere al unei culori față de o anumită axă cromatică poate fi măsurat în grade.

În funcție de sistemul de reprezentare ales, cu 3,4 sau 6 tonuri de culoare, valorile unghiului la centru vor fi diferite.

Pentru un sistem cu 3 culori primare, G, R, A următoarea relație cromatică: $d+e=120^\circ$.

În cazul în care nu toate culorile se situează în aria perimetrală și considerăm și tonurile care pot fi obținute și în interiorul cercului se introduce o cotare suplimentară a distanțelor care pleacă din centrul cercului spre perimetrul acestuia. Distanțele pot fi măsurate în diviziuni sau în unități metrice.

Pentru a putea fi reprezentată și a treia caracteristică a sistemului cromatic se face apel și la TRIUNGHIURILE CROMATICE (fig. 6.8.).

ALBUL și NEGRUL se situează în vârfurile unui triunghi echilateral cu latura ALB-NEGRU verticală.

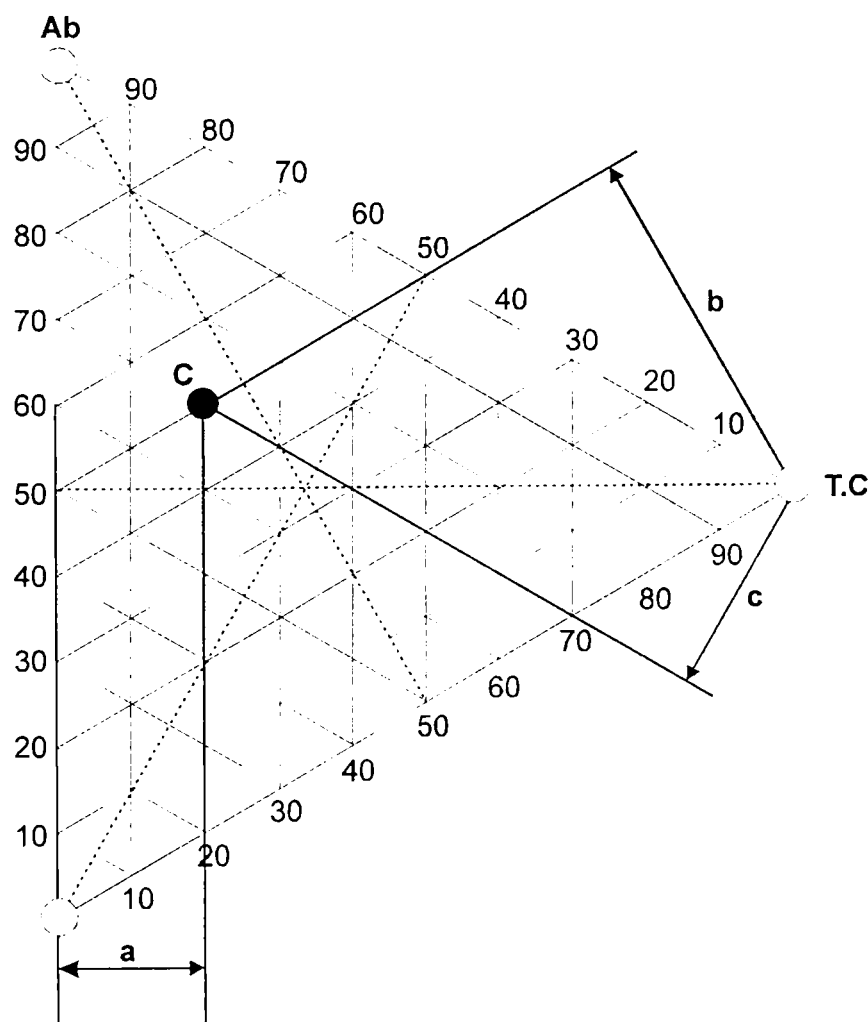


Figura 6.8.

Orice culoare C într-un triunghi cromatic poate fi definită prin trei coordonate:

a – distanța față de axa luminozităților

b –distanța față de axa profunzimilor

c –distanța față de axa clarității.

Astfel se poate exprima relația pe care punctul T.c. o are cu celelalte coordonate printr-o ecuație:

$$a + b + c = 100$$

Dacă se divizează fiecare scară elementară a triunghiurilor cu valori de la 0 la 100, se poate marca cu deosebită precizie punctul C.

Aceste valori pentru desenul de mai sus sunt:

$$a = 20 ; b = 50 ; c = 30$$

Încăzul fiecărui tip de forme putem crește gradul de complexitate operând cu un număr mai mare de divizări și anume 3,5,9,17. Rezultă astfel un număr tot mai mare de eșantioane care pot fi dispuse.

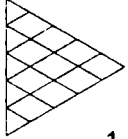
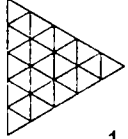
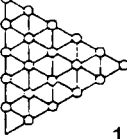
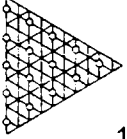
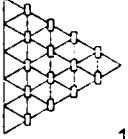
Un studiu analitic asupra numărului de tonuri pentru un câmp ROMBIC se prezintă în tabelul 6.5

Tabelul nr. 6.5

Nr. Ctr	Nr. diviziuni	Nr. tonuri cromatice					
			3(2)	5(9)	7(20)	9(35)	17(123)
1	3	3	3	3	3	3	3
		3	5	7	9	17	17
		6(3x2)	27(3x9)	60(3x20)	105(3x35)	369(3x123)	
			12	35	70	117	389
2	6	6	6	6	6	6	6
		3	5	7	9	17	17
		12(6x2)	54(6x9)	120(6x20)	210(6x35)	738(6x123)	
			21	65	133	225	761
3	12	12	12	12	12	12	12
		3	5	7	9	17	17
		24(12x2)	108(12x9)	240(12x20)	420(12x35)	1476(6x123)	
			39	117	259	441	1505
4	24	24	24	24	24	24	24
		3	5	7	9	17	17
		48(24x2)	216(24x9)	480(24x20)	840(24x35)	2952(24x123)	
			75	243	511	873	2993
5	48	48	48	48	48	48	48
		3	5	7	9	17	17
		96(48x2)	432(48x9)	960(48x20)	1680(48x35)	5904(48x123)	
			147	485	1015	1737	5969

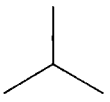
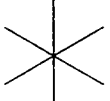
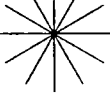


Forma și numărul de diviziuni ale unei secțiuni transversale într-un sistem cromatic pot fi foarte diferite. Câteva dintre formele fundamentale de reprezentare a eșantioanelor de culoare sunt prezentate în tabelul 6.6. Distingem astfel pentru divizare egală (aritmetică) în cinci părți egale forme cum ar fi: ROMBUL, TRIUNGHIUL ECHILATERAL, CERCUL sau DREPTUNGHIUL.

Tabelul 6.6.

tip amestec	FORMA ȘI NUMĂRUL DE EȘANTIOANE				
	nr. tonuri	9	14	14	9
ARITMETIC					
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5

Un studiu analitic asupra numărului de tonuri pentru un câmp TRIUNGHIULAR este prezentat în tabelul 6.7.

Tabelul 6.7.

Nr. Ctr	Nr. diviziuni	Nr. tonuri cromatice	Diagrame				
			3(6)	5(19)	7(41)	9(69)	17(271)
1		3	3	3	3	3	3
			3	5	7	9	17
			15(3x5)	51(3x19)	123(3x41)	207(3x69)	831(3x271)
			21	59	133	219	851
2		6	6	6	6	6	6
			3	5	7	9	17
			30(6x5)	114(6x19)	246(6x41)	414(6x69)	1626(6x271)
			39	125	259	429	1649
3		12	12	12	12	12	12
			3	5	7	9	17
			60(12x5)	228(12x19)	492(12x41)	828(12x69)	3252(12x271)
			75	245	511	849	3281
4		24	24	24	24	24	24
			3	5	7	9	17
			120(24x5)	456(24x19)	948(24x41)	1656(24x69)	6504(24x271)
			7	8	1015	1689	6545
5		48	48	48	48	48	48
			3	5	7	9	17
			240(48x5)	912(48x19)	1968(48x41)	3312(48x69)	13008(48x271)
			291	965	2025	58	1072

Modelul spațial al S.C.R. este o reprezentare tridimensională a spațiului de culoare care ține cont de caracteristicile fiecărei culori.

El este o sumă formată din cercul de culoare (HEXAGON) și triunghiurile de culoare care reprezintă secțiuni transversale prin acest model spațial. Într-o reprezentare simplificată acest model se poate vizualiza conform cu fig. 6.9.:

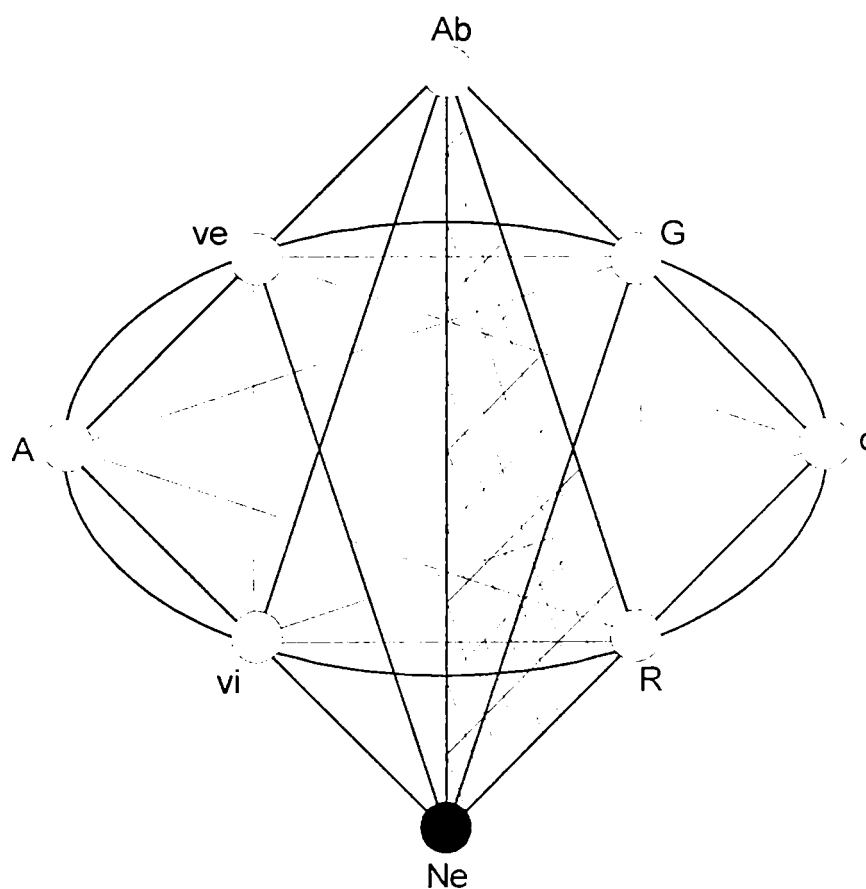


Fig. 6.9.

6.1.5. ATLASUL DE CULOARE AL S.C.R.

Partea experimentală reprezintă un aspect important în dezvoltarea cea mai importantă a unui sistem de culoare și presupune elaborarea eșantioanelor de culoare.

Aceste eșantioane sunt realizate într-un număr finit de planșe și conțin atât mostrele de culoare cât și codificarea acestora.

Pentru modelul propus pentru S.C.R. s-a optat pentru utilizarea unui sistem de 48 de tonuri cromatice cu 9 grade de amestec, între ele precum și cu 9 tonuri acromatice. A rezultat astfel un sistem format din 1737 de culori diferite, prezentat selectiv în planșele atlasului de culoare.

6.1.5.1. CERCUL DE CULOARE

Cercetarea a început cu utilizarea a trei culori primare și anume Roșu, Galben, Albastru, având următoarele caracteristici cromatice (tabelul 6.8.):

Tabelul 6.8

Nr. ctr.	Culoare	Lungime de undă	Luminozitate
1	ROȘU	630	50
2	GALBEN	575	85
3	ALBASTRU	485	40

Menționând aceste trei culori în cantități suficient de mari am procedat la amestecurile acestora și am reușit să obținem întâi culorile secundare VERDE, ORANGE și VIOLET cu următoarele caracteristici (tabelul 6.9.):

Tabelul 6.9

Nr. ctr.	Culoare	Lungime de undă	Luminozitate
1	VERDE	530	60
2	ORANGE	595	70
3	VIOLET	410	30

Primele amestecuri au fost realizate empiric, prin încercări succesive, iar caracterizarea amestecurilor a fost evaluată prin metode colorimetrice. Tonurile obținute au fost refăcute ori de câte ori rezultatele măsurărilor nu au corespuns.

Sistemul a fost extins cu încă șapte tonuri intermediare, obținute prin amestecul culorilor primare și secundare între ele.

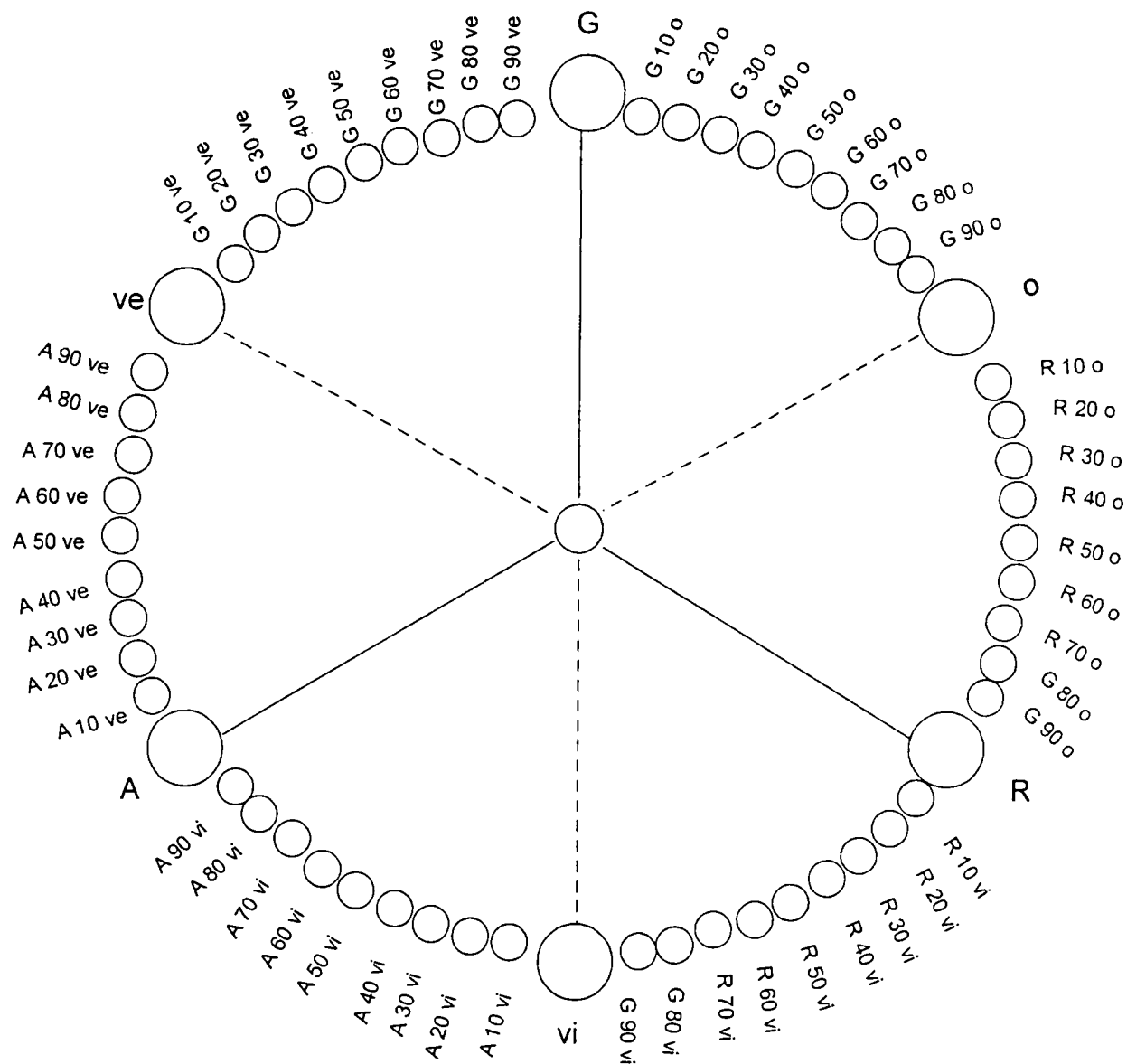


Fig. 6.10.

S-a adoptat codificarea alfanumerică.

Simbolul numeric pornește de la culoarea situată în spectrul cromatic natural în extremitatea stângă și cea care are lungimea de undă cea mai mică VIOLETUL care a primit valoare 1.

S-a procedat în continuare la numerotarea fiecărei culori situate pe cercul de culoare.

Codificarea literală a fost și ea folosită concomitent pentru a denumi fiecare culoare dar și pentru a putea afla oricând componentele pigmentare a culorii respective. Pe lângă această codificare literală s-a folosit și o prescurtare a acesteia. Ea ține cont de componența cantitativă a fiecărei culori. În tabelul 6.10 se prezintă în detaliu culorile din cercul cromatic propus pentru S.C.R. cu denumirea în codul literal, lungimea de undă și luminozitatea fiecărui ton.

Tabelul 6.10.

Nr. ctr.	Cod	Denumire ton	Lg. de undă	Luminozitate	Număr				
					„48”	„24”	„12”	„6”	„3”
1	Vi	Violet	410	30	vi	vi	vi	vi	
2	Avivivivi								
3	Avivi	Violet albastru		33,5	Avivi	Avivi			
4	Avivivi								
5	AAvivi	Albastru violet	445	35	Avi	Avi	Avi		
6	AAvivi								
7	AAvi	Albastru violaceu		37,5	AAvi	AAvi			
8	AAAvivi								
9	A	Albastru	485	40	A	A	A	A	A
10	AAve								
11	AAve	Albastru verzui		45	AAve	AAve			
12	AAve								
13	Ave	Albastru verde	507,5	50	Ave	Ave	Ave		
14	AAveve								
15	Aveve	Verde albastrui		55	Aveve	Aveve			
16	Aveveve								
17	Ve	Verde	530	60	ve	ve	ve	ve	
18	Gveveve								
19	Gveve	Verde gălbui		66,2	Gveve	Gveve			
20	GGveve								
21	Gve	Galben verde	555,5	72,5	Gve	Gve	Gve		
22	GGve								
23	GGve	Galben verzui		78,75	GGve	GGve			
24	GGGve								
25	G	Galben	575	85	G	G	G	G	G
26	GGGo								
27	GGo	Galben roșiatic		81,25	GGo	GGo			
28	Gooo								
29	Go	Galben orange	580	77,5	Go	Go	Go		
30	GGoo								
31	Goo	Orange gălbui		63,7	Goo	Goo			
32	Gooo								
33	O	Orange	595	70	O	O	O	O	
34	Rooo								
35	Roo	Orange roșiatic		65	Roo	Roo			
36	Rooo								
37	Ro	Roșu orange	612,5	60	Ro	Ro	Ro		
38	RRoo								
39	RRo	Roșu gălbui		56	RRo	RRo			
40	RRRo								
41	R	Roșu	630	50	R	R	R	R	R
42	RRvivi								
43	RRvi	Roșu violaceu		45	RRvi	RRvi			
44	RRRvi								

45	Rvi	Roșu violet		40	Rvi	Rvi	Rvi		
46	RRvivi								
47	Rvivi	Violet roșiatic			Rvivi	Rvivi			
48	Rvivivi								

6.1.5.2. TRIUNGHIUL DE CULOARE

După ce s-a arătat cum s-au obținut cele 48 de tonuri diferite de culoare ale S.C.R. s-a dezvoltat acest sistem.

Un obiectiv important a fost constituit din obținerea unui număr suficient de tonuri acromatice (amestecuri între alb și negru).

Aceste nouă tonuri au fost obținute pornind de la albul cel mai alb care a putut fi obținut, albul tempera atelier cu o luminozitate de $L=94,32$ și negrul de fum, tempera fină cu luminozitatea $L=20,22$.

Pornind de la aceste două extreme s-au mai obținut șapte griuri intermediare care constituie axa verticală a triunghiului.

Aceste tonuri au fost codificate cu litera L (luminozitate) și au primit valori de la 10 negrul până la 90 pentru alb.

Valorile absolute 100 pentru alb și respectiv 0 pentru negru nu au putut fi obținute cu ajutorul culorilor avute la dispoziție, ele având valori teoretice (tabelul 6.11).

Tabelul 6.11

COD	Denumire ton	Valoare luminozitate	Număr de tonuri			
			„17”	„9”	„5”	„3”
L1	Alb	100,0000	L1	L1	L1	L1
L2	Gri foarte deschis	98,6564	L2			
L3	Gri deschis	95,8805	L3	L3		
L4	Gri puțin deschis	92,9148	L4			
L5	Gri semideschis	89,7314	L5	L5	L5	
L6	Gri puțin semideschis	86,2956	L6			
L7	Gri mediu deschis	82,5639	L7	L7		
L8	Gri mediu neutru deschis	78,4804	L8			
L9	Gri mediu neutru	73,9716	L9	L9	L9	L9
L10	Gri mediu puțin închis	68,9381	L10			
L11	Gri mediu închis	63,2409	L11	L11		
L12	Gri mediu foarte închis	56,6769	L12			
L13	Gri puțin semiînchis	48,9318	L13	L13	L13	
L14	Gri semiînchis	39,4790	L14			

L15	Gri închis	27,3271	L15	L15		
L16	Gri foarte închis	10,2060	L16			
L17	Negru	000000	L17	L71	L17	L17

În cel de al treilea vârf al triunghiului se situează de fiecare dată alt ton cromatic pur (cele 48 de culori de pe cercul de culoare).

Între aceste culori și albul, respectiv negrul se creează un număr de alte 35 de tonuri de culoare saturată obținute din amestecurile respective.

Vom prezenta în desenul următor un detaliu al atlasului de culoare.

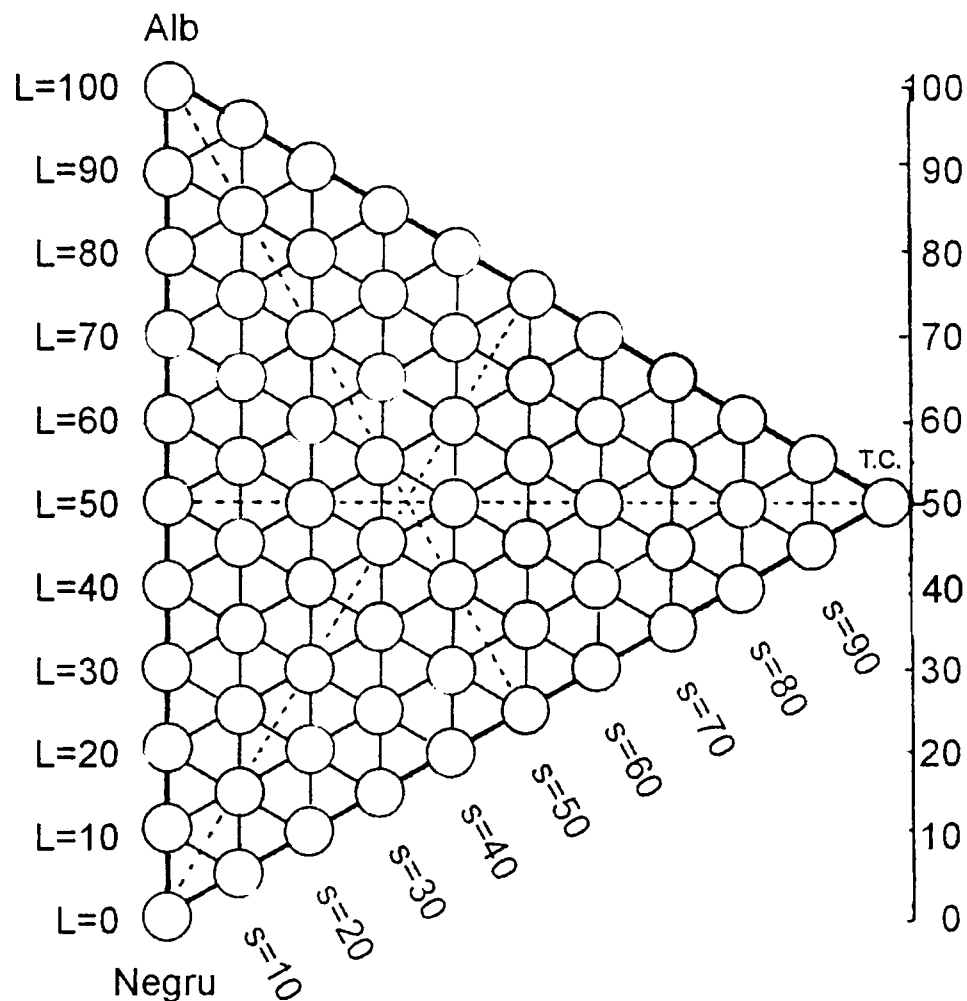


Fig. 6.11.

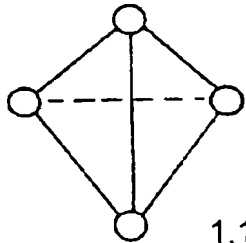
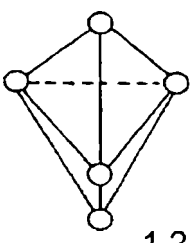
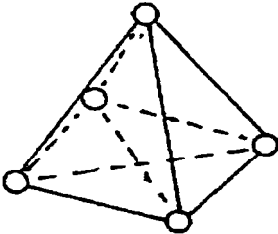
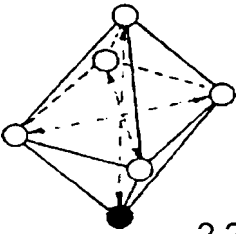
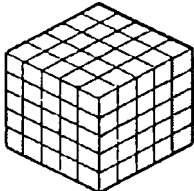
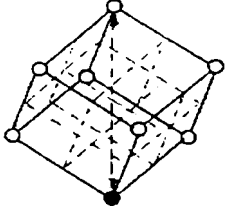
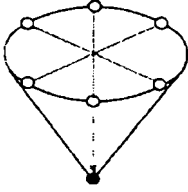
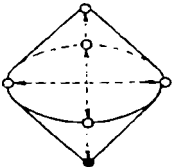
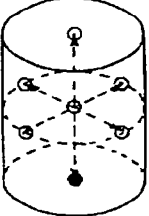
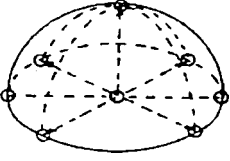
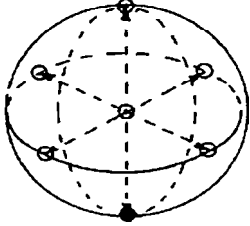
Sistemul este compus din 48 de astfel de triunghiuri.

6.1.6.3. MODELUL SPAȚIAL AL S.C.R.

Pentru ca reprezentarea culorilor să fie cât mai aproape de realitatea fenomenului cromatic este foarte importantă reprezentarea culorilor pe un sistem care să conțină cele trei direcții.

După un studiu complex asupra modelelor spațiale folosite pe parcursul timpului se pot distinge 7 familii de forme diferite în care aceste sisteme pot fi reprezentate. Ele pot fi analizate în tabelul 6.11.

Tabelul 6.11

 <p>1.1 TETRAEDRU</p>	 <p>1.2 TETRAEDRU (dublu)</p>
 <p>2.1 PIRAMIDA (pătrată)</p>	 <p>2.2 PIRAMIDA (dublă)</p>
 <p>3.1 CUB (static)</p>	 <p>3.2 CUB (dinamic)</p>
 <p>4.1 CON</p>	 <p>4.2 CON (dublu)</p>
 <p>5.1 CILINDRU</p>	 <p>6.1 SEMISFERĂ</p>
 <p>7.1 SFERA</p>	

Pentru sistemul admis s-a ales modelul unui dublu con neregulat (fig. 6.14) în care albul se situează în vârful de sus, negrul în cel de jos, iar tonurile cromatice pure pe perimetrul cercului dar la înălțimi diferite în funcție de luminozitatea fiecăreia.

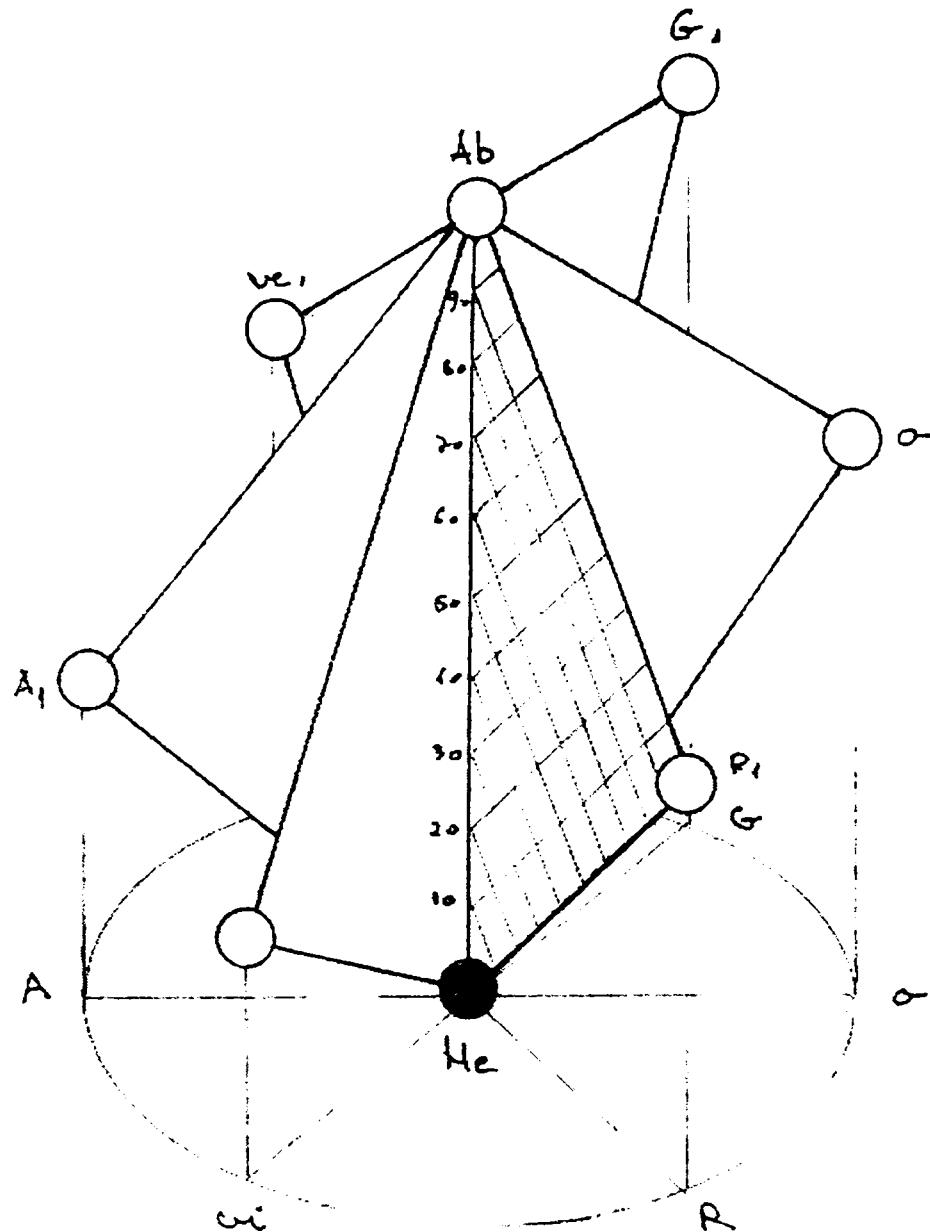


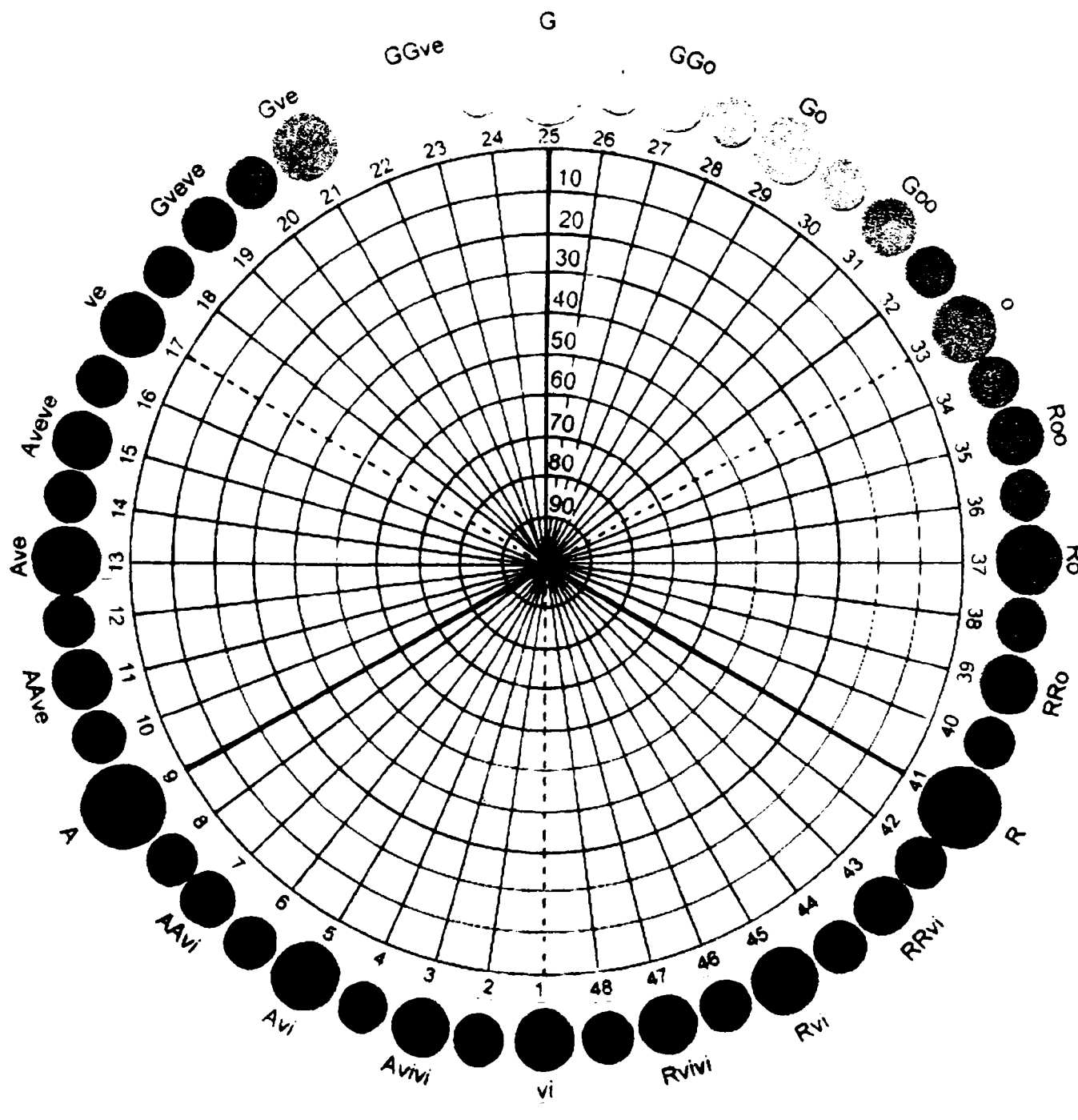
Figura 6.14.

Modelul are dimensiunea de 300 mm înălțime și reflectă cu pregnanță relațiile care se stabilesc între culori.

Aceste calități pot fi constatate în planșele de la 1 la 7:

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

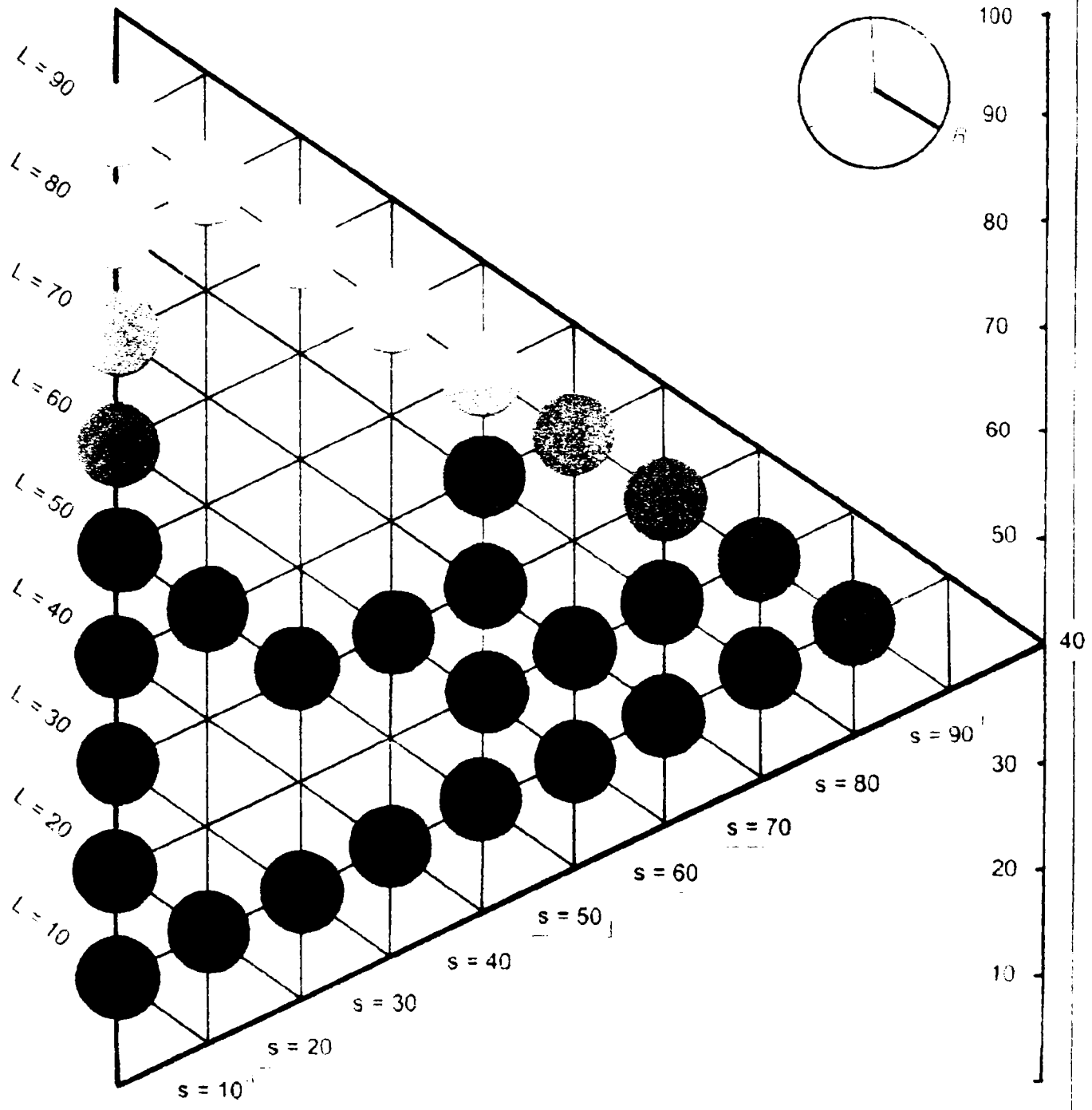
Planșa 1



CERCUL DE CULOARE 48

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

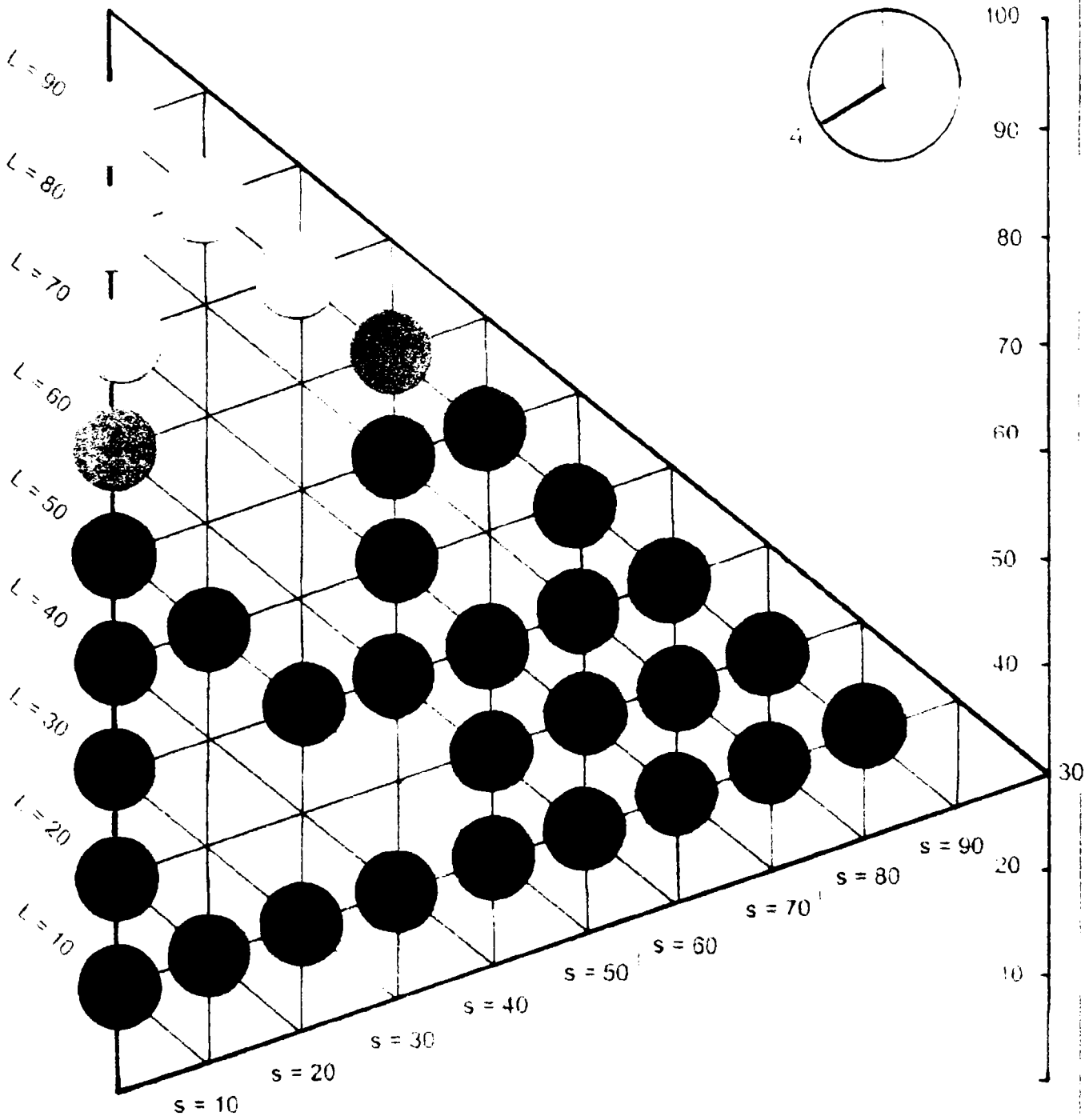
Planşa 2



ROȘU

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

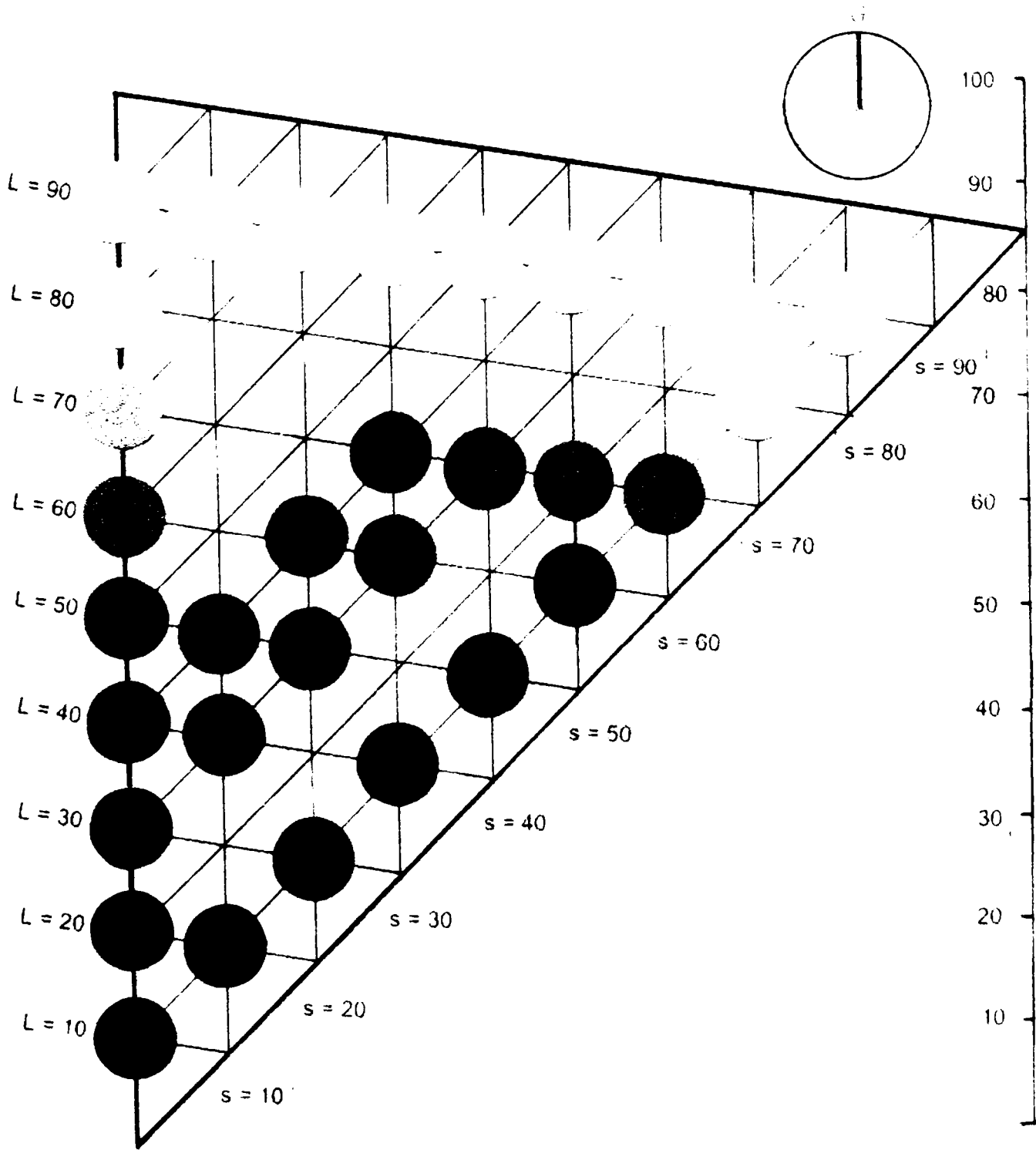
Planşa 3



ALBASTRU

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

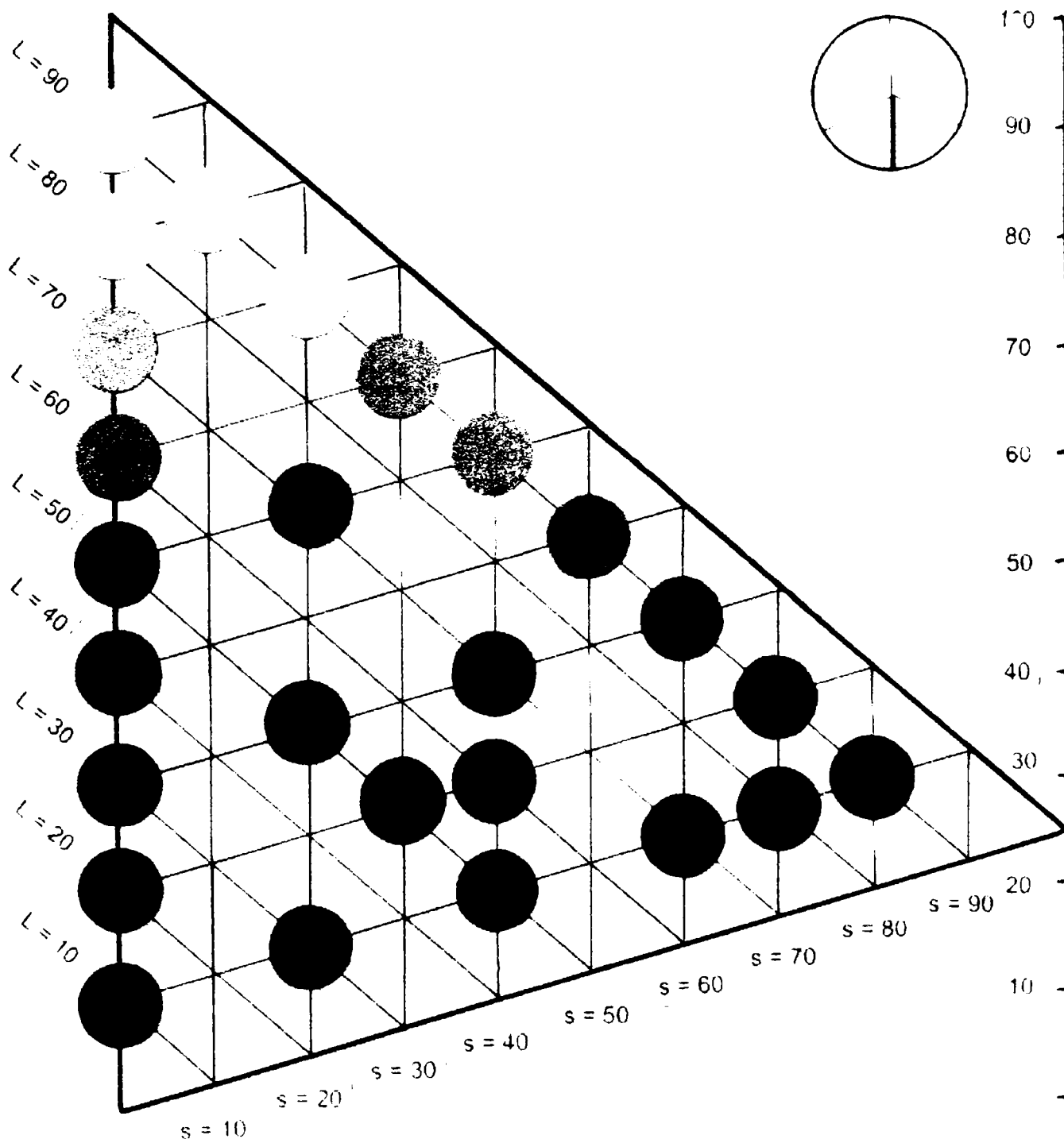
Planșa 4



GALBEN

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

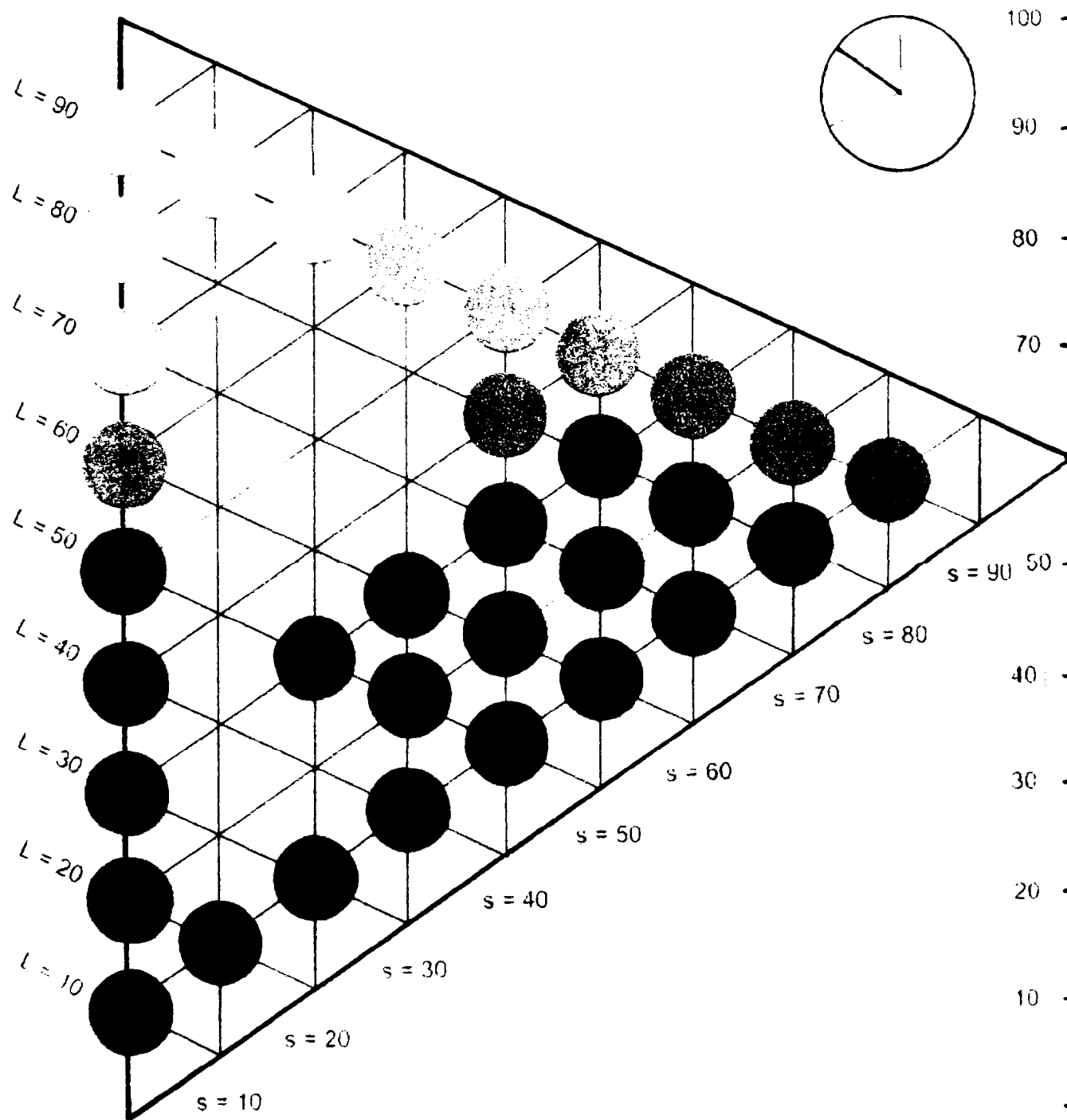
Planșa 5



VIOLET

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

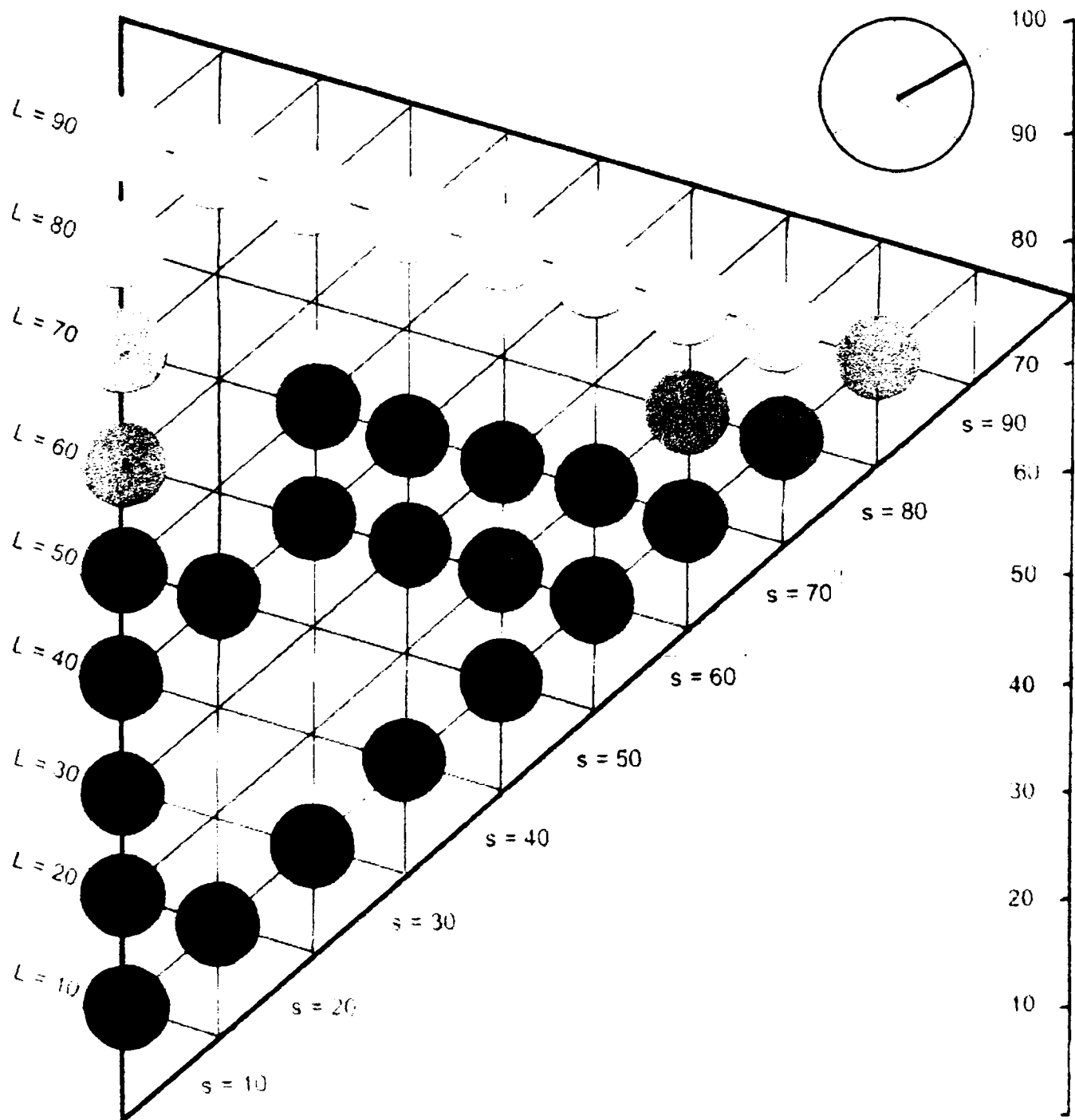
Planşa 6



VERDE

SISTEM CROMATIC ROMÂNESC „S.C.R.-1737”

Planşa 7



ORANGE

**S.C.R. CODIFICAREA NUMERICĂ ȘI LITERALĂ
A PRINCIPALELOR CARACTERISTICI CROMATICE**

Tabelul 6.12

Nr. crt	Denumire Caracteristică	Codificare				Reprezentare
		Presc.	Literal Numeric	Schemă	Cod	
1	Ton Cromatic	T.C.	R,G,A,o,ve,vi	←	G 3 0 0	
2	Luminozitate	L	1 ... 100	↑ · ↓	1 0 0	
3	Saturație	S	1,3,5,7,9,17,35	← ·	3 5	
4	Claritate	C	1,3,5,7,9	·	1 0	
5	Profunzime	P	1,3,5,7,9	· →	1 0	
6	Dimensiune	D			9 9 9	

S.C.R. – CODIFICARE NUMERICĂ ȘI LITERALĂ

Tabelul 6.13

Nr. crt		Codificare					
		1	2	3	4	5	6
SISTEM COMPLET							
1.1	Denumire	Ton cromatic	Luminozitate	Saturație	Claritate	Profunzime	Dimensiune
1.2	Codificare literală	„T.C.”	„L”	„S”	„C”	„P”	„D”
1.3	Codificare numerică	1...600	1...100		1...10	1...10	1...5000
1.4	Formula de calcul	$C = T.C. + L + S + C + P + D = 1000$					
SISTEM SIMPLIFICAT							
2.1		Ton cromatic	Luminozitate	Saturație			
2.2	Codificare literală	„T.C.”	„L”	„S”			
2.3	Codificare numerică	1...600	1...100				
2.4	Formula de calcul	$T.C. + L + S = 100$					

Sistemul propus de autor prezintă următoarele caracteristici:

1. corespunde cerințelor practice prin utilizarea tabelelor pentru determinarea fiecărei culori componente, în vederea alegerii culorilor armonice;
2. se bazează pe relația de culoare din România, având în vedere că este alcătuit numai cu utilizarea culorilor de fabricație indigenă și care au fost verificate în practica utilizării lor;
3. valorile propuse sunt verificate spectrofotometric, caracteristicile acestora fiind în conformitate cu sistemele internaționale;
4. valorile calculate se apropie foarte mult de eșantioanele propuse și introduc o mai mare rigoare în caracterizarea fiecărei culori.
5. indicii de codificare pentru sistem corespund standardelor internaționale și pot fi transformați în orice sistem.

CAPITOLUL 6.2 APLICAȚII ALE FENOMENELOR CROMATICE ÎN INDUSTRIA AUTOMOBILELOR DIN ROMÂNIA

6.2.1. INTRODUCERE

Conștient sau nu culoarea a fost utilizată încă din preistorie, fie pentru decorarea unor obiecte fie pentru colorarea spațiilor în care omul a locuit de-a lungul timpului.

La început omul a fost nevoit să-și producă singur culorile și să își conceapă tot singur proiectul.

În epoca modernă aceste sarcini au fost preluate de specialiști din domenii cum ar fi CHIMIA, PSIHOLOGIA, MARKETINGUL și nu în ultimul rând ARHITECTURA și DESIGNUL.

Un ansamblu poate fi considerat armonicos în cazul în care culorile alese îndeplinesc una din următoarele condiții:

- * coincid două dintre valorile pe care le dețin caracteristicile de culoare și a treia variază liber;
- * una dintre caracteristici este identică iar celelalte două prezintă variații în trepte constante;
- * se obțin grupe armonice și în cazul utilizării culorilor complementare, pentru aceasta cel puțin una dintre valorile sistemului trebuie să aibă aceeași valoare pentru fiecare din culorile utilizate;

Printr-un program de calcul se pot pune în evidență toate relațiile armonice care corespund unuia sau altuia dintre principiile enumerate.

Una din exigențele actuale în cadrul proiectării clădirilor industriale sau de locuit este aceea de a introduce și o proiectare corectă din punctul de vedere al dinamicii culorilor.

Această exigență complexă nu poate fi făcută fără existența unui personal înalt calificat și care să aibă la dispoziție mijloace practice adecvate bazate pe cele mai recente cercetări.

Unul dintre cele mai importante mijloace care stă la baza proiectării cromatice este o colecție de eșantioane realizate în cadrul unui sistem cromatic.

Inexistența sau numărul extrem de redus de colecții de eșantioane anulează avantajele care decurg din aplicarea cu mai mare ușurință în practică a dinamicii sistemelor de culori.

6.2.2. SCOP

Exigențele proiectării, extinderea standardizării, necesită introducerea unui sistem cromatic cu valori care să corespundă atât preferințelor proiectanților dar și preferințelor populației.

Un impediment major în adoptarea seriilor de culori existente, utilizate în fiecare țară este acela că există diferențe, uneori majore, în funcție de țară, nivelul de cultură, sex, vârstă în ceea ce privește legile de percepere a culorilor. Această tradiție a fost formată în decursul

dezvoltării istorice și este foarte mult influențată de factori diverși.

6.2.3. UTILIZAREA CULORILOR ÎN INDUSTRIIA AUTOMOBILELOR

Contribuții în amenajarea cromatică interior-exterior pentru automobilele din fabricația românească

Unul dintre elementele de o importanță specială în alegerea unui nou automobil este și culoarea acestuia. Criza de supraproducție a dus ca în istoria de peste o sută de ani componentele mecanice de motorizare și consum să fie rezolvate la modul excepțional. Opțiunea se va putea face în funcție de formă, culoare și nu în ultimul rând de preț, care le poate subînțelege pe cele două.

Este cunoscut faptul că opțiunea pentru un nou automobil este determinată în primul rând de culoare. Este interesant ca această opțiune o exprimă procent de peste 80 % dintre cumpărători.

Din păcate în industria de profil din țară, stabilirea culorii automobilelor aparține în mare proporție inginerilor și chimiștilor, care se preocupă de problemele tehnice ale aplicării diferitelor straturi de grund și de culoare.

Pe parcursul a peste 40 de ani, în această industrie, nici un designer nu s-a ocupat de aceste probleme, și nici acum nici una dintre cele patru întreprinderi producătoare nu au în componență nici un absolvent al învățământului superior de artă.

Acest lucru are un efect negativ atât asupra vânzărilor, cât și a stocurilor în continuă creștere, a respectivelor societăți.

Autorul a avut posibilitatea de a putea contribui la alcătuirea gamei de culoare pentru modelul DACIA 1300, precum și în perioada 1984–1990 să alcătuiască documentația necesară pentru automobilul DACIA 500.

6.2.3.1. DACIA 1300

În industria de automobile pentru fiecare an se pregătește o stilizarea a automobilelor aflate în fabricația de serie cu scopul de a prelungi durata de fabricație, precum și de a aduce în modă accesoriile, echipamentele opționale precum și culorile de exterior și interior.

În anii '80, angajat fiind la Institutul de Cercetare și Inginerie Tehnologică pentru Autoturisme – PITEȘTI, am studiat modificarea gamei de culori pentru exterior a tradiționalului vehicul românesc.

DACIA 1300 a fost automobilul fabricat în peste 100.000 de unități pe an începând cu anul 1968. Modificările aduse atât designului, care în momentul apariției era unul dintre cele mai atractive – linia laterală a vehiculului deținând și un brevet de invenție pentru existența unei zone laterale ferite de praf, noroi și apă – au fost în general minore.

S-a trecut la o cosmetizare succesivă a vehiculului care a încercat cu greu să țină pasul cu ultimele tendințe din domeniu.

Culorile din paleta anului anterior erau în număr de 12 și anume:

ALB, GRI 13, ROȘU 25, CREM 40, ALBASTRU 68, BLEU 61, GRI OLIV 83, ROȘU 27, PORTOCALIU 331, GALBEN 48, VERDE SEVIGNE 56, VERDE 6016, și NEGRU 90.

O primă constatare a fost aceea că aproape un sfert din acestea erau acromatice – alb, gri negru – deci erau nuanțe neutre și fără nici o personalitate. Cele mai solicitate din această gamă erau NEGRU 90, mai ales pentru "mașinile oficiale".

O altă concluzie a fost aceea că erau folosite tonuri cu un mare conținut de alb: CREM 40, BLEU 61, PORTOCALIU 331, care erau palide și nu aveau nici o calitate.

Am mai constatat și folosirea unei culori, VERDE 6016 care era un ton vulgar și strălucitor, țipător și de prost gust.

Prea puține din tonurile enumerate (GRI OLIV 83 și ALBASTRU 68) se situau la nivelul celorlalte firme de profil din lume, neexistând nici o legătură între forma și culoarea autovehiculului.

O altă constatare defavorabilă a fost aceea că pentru realizarea interiorului erau folosite două materiale diferite:

- * P.V.C. în culorile ROȘU, BORDO 1616, CAMEL 134, MARON 1417, ALB și NEGRU 1;
- * TRICOT în culorile: ROȘU 2, GALBEN 1, GRI 1, MARON 1, BLEUMARIN 1, BEJ 1, NEGRU 1.

Cele 14 culori de interior nedispuse în nici o gamă de culoare, erau montate pe linia de fabricație după bunul plac al muncitorilor.

Realizarea unor vehicule unitare, de ținută era aproape imposibilă.

Numărul mare de tonuri atât la exterior cât și la interior crea în plus dificultăți și în aprovizionare, dar mai ales în exploatare.

Nu erau puține cazuri în care în interiorul vehiculului se găseau mai mult de cinci culori diferite.

Analizând aceste lucruri și studiind finisările automobilelor cu care DACIA 1300 se întâlnea pe piețele externe, am propus o schimbarea a culorilor din paleta de exterior și reducerea acestora la șapte din care trei metalizate:

- * GALBEN, VERDE, ROȘU, ALBASTRU, ALBASTRU METALIZAT, BEJ, MARO METALIZAT, și NEGRU METALIZAT.

Pe lângă alegerea acestor culori s-au întreprins, pentru prima oară în România, un studiu de compatibilitate a formei automobilului cu culorile folosite la vopsirea exteriorului.

Automobilele astfel pregătite au fost prezentate la TIB 1987 unde s-au bucurat la de un deosebit succes.

6.2.3.2. DACIA 500

Autorul a avut șansa ca să poată participa la toate fazele de proiectare, omologare și producție a primului automobil de foarte mic litraj, realizat în România.

În complexul proces de proiectare și execuție am avut posibilitatea să propun pe lângă forma și ergonomia automobilului și un sistem de concepere, aprovizionare, fabricare și urmărire a calității produsului. Toate aceste lucruri au fost sintetizate într-un CAIET DE SARCINI care cuprinde toate informațiile necesare.

Mai multe au fost problemele pe care le impune fabricarea unui astfel de autoturism:

- * numărul mare al reperelor de exterior și interior vizibile (peste 200 de repere);
- * numărul mare de materiale diferite din componență, precum și probleme rezultate din finisarea și vopsirea acestora;
- * refuzul unor furnizori tradiționali de a introduce în fabricația de serie materiale și pigmenți noi;
- * lipsa unei elementare discipline în procesul de fabricație;
- * inexistența sau slaba implicare a compartimentelor de control și calitate.

Realizarea în premieră mondială a unui automobil de serie cu o caroserie din poliester, armat cu fibră de sticlă a pus și ea o serie de probleme unele insurmontabile.

Automobilul a fost și el o premieră din punct de vedere al gabariturii, a fost primul automobil fabricat în serie cu o lungime mai mică de 3 metri.

Dimensiunile precum și forma acestuia pot fi văzute în figura 6.1.3 și tabelul nr. 6.14:

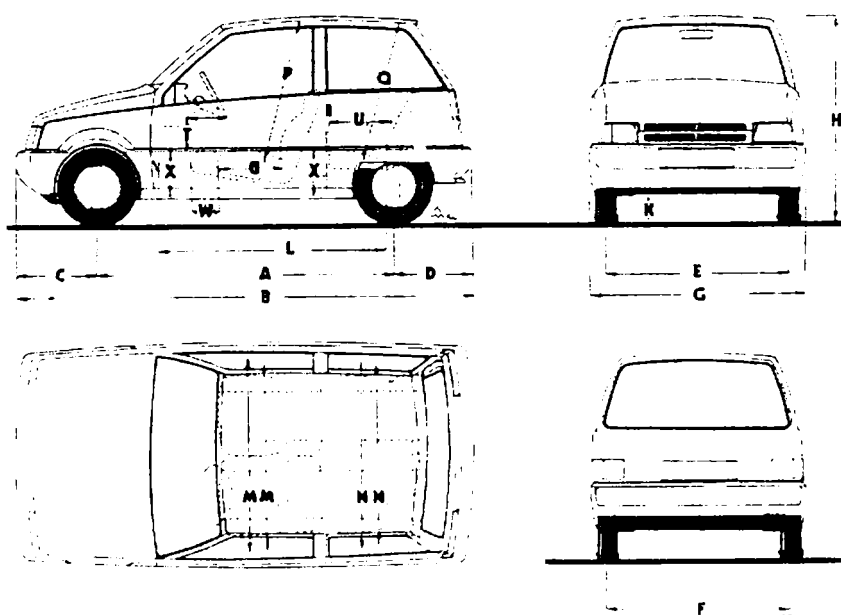


Fig. 6.13. AUTOMOBIL DE FOARTE MIC LITRAJ „LĂȘTUN”

Fig. 6.13. AUTOMOBIL DE FOARTE MIC LITRAJ „LĂSTUN”

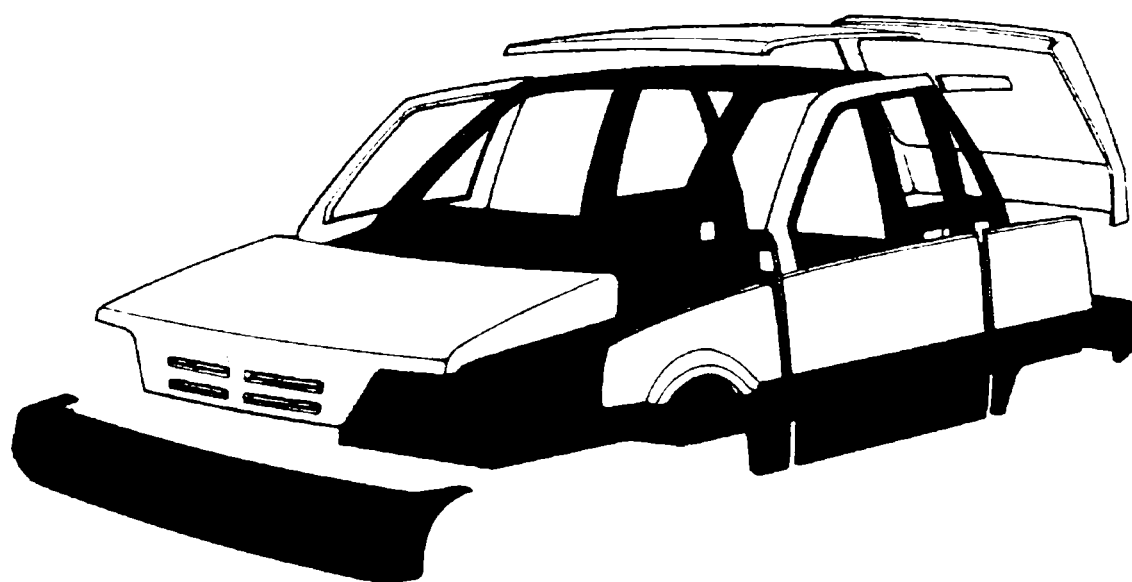
Tabelul 6.14

A=1911/1915	E=1200	La gol	În sarcină	L=1550	P=857	T=150	W=160
B=2960	F=1200	H=1352	H=1288	M=1220	Q=732	U=470	X=290
C=515/517	G=1410			M=1200		U=440	X=275
D=529/520		K=150	K=135	N=1190			
				N=1100			

Spre deosebire de automobilele clasice care au caroseria integrală din tablă, și care nu pune probleme deosebite la vopsirea exteriorului, DACIA 500 a fost concepută cu o structură de rezistență din elemente de caroserie realizate din tablă, care erau învelite la exterior cu piese componente fixe și mobile realizate din poliester armat cu fibră de sticlă.

Acest lucru, pe lângă avantajele de preț, coroziune și fiabilitate a prezentat și dezavantajul că la vopsire cele două materiale prezentau suprafețe cu aspect diferit.

Desenul următor prezintă o vedere explodată a principalelor componente din exteriorul automobilului:



MATERIALE DIN COMPONENTA AUTOMOBILULUI - EXTERIOR



1 Structura de rezistență Tabla pentru caroserie STAS 10318-80 / A4



2 Invelis exterior Poliester armat prin impregnare Laminare tip PAP-L (SMC)

Fig. 6.14.

Culorile propuse pentru exterior precum și tipul de vopsire, lucioasă mată sau colorare în masă sunt prezente în figura 6.1.5:

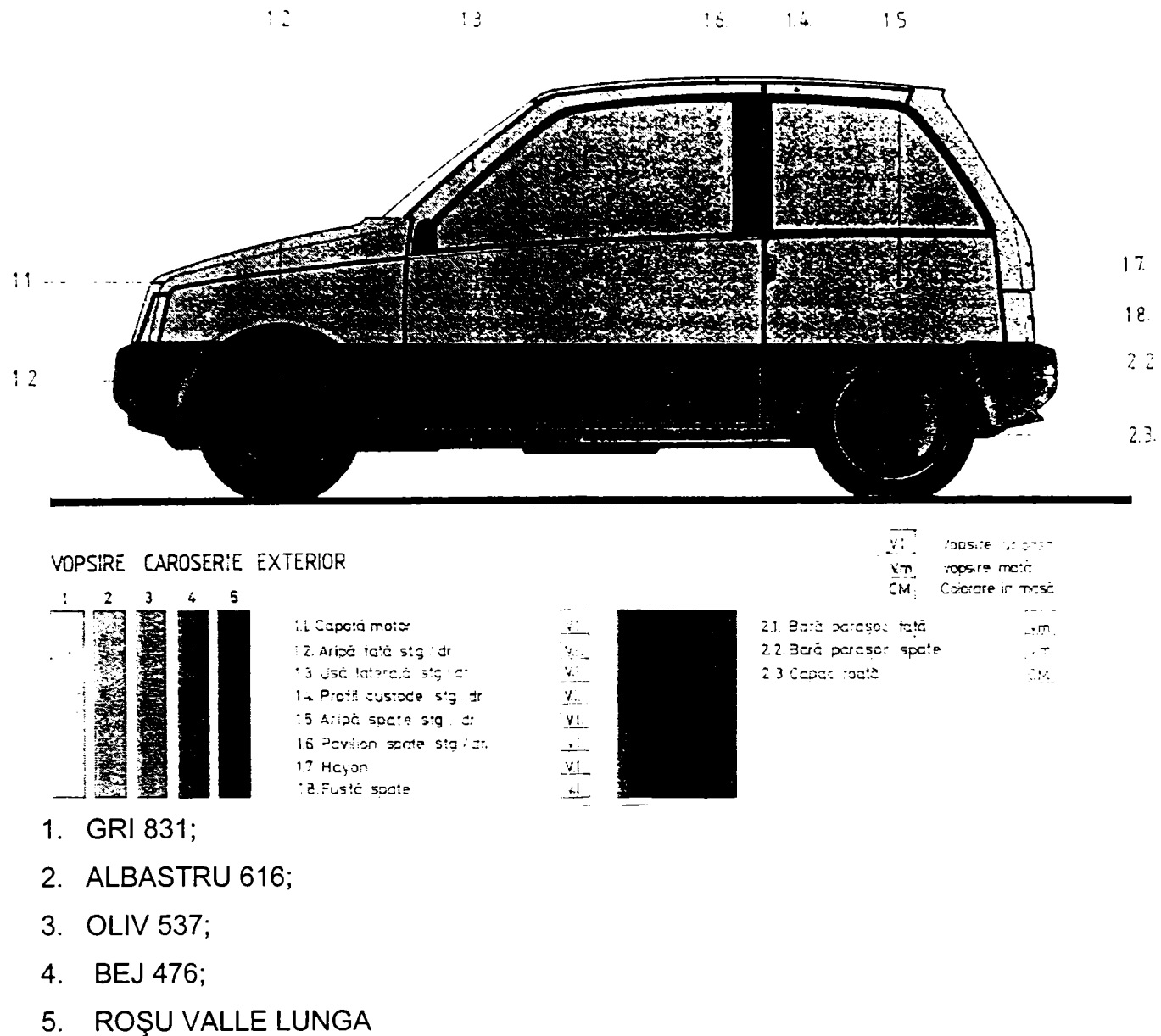


Fig. 6.15.

Pentru că interiorul automobilului a fost de dimensiuni extrem de reduse s-au folosit culori foarte deschise și luminoase.

Numărul foarte mare al componentelor vizibile precum și diversitatea acestor materiale ne-a pus mari probleme.

În desenul următor este prezentată forma precum și materialele care compun interiorul automobilului.

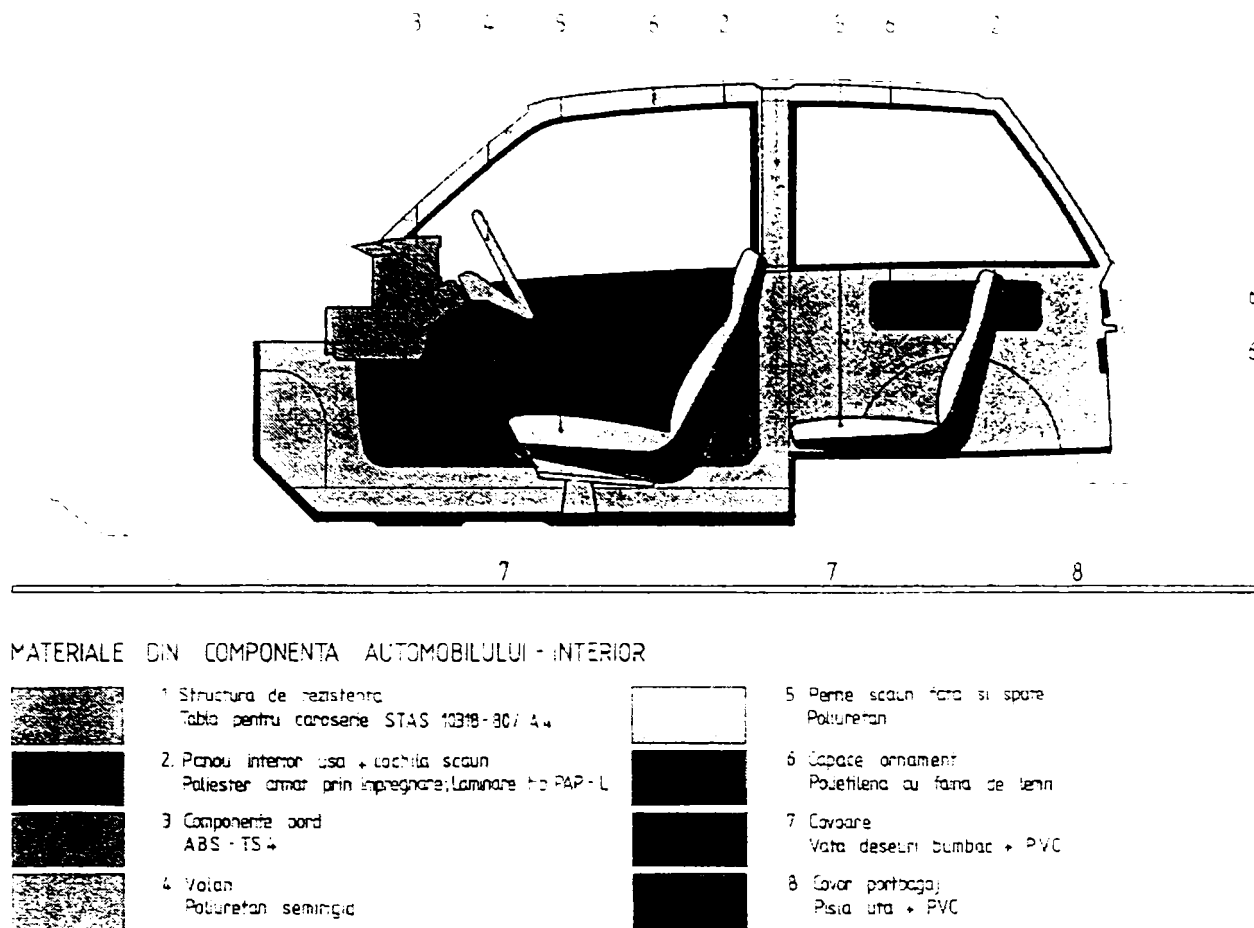


Fig. 6.16.

Pentru ușurarea proiectării execuției și a controlului s-au întocmit și un număr de 10 tabele pentru ARMONIZAREA CROMATICĂ a principalelor ansambluri componente:

- * planșă de bord;
- * scaune față;
- * scaune spate;
- * ușă față;
- * panouri interioare;
- * pavilion;
- * covoare;

Aceste tabele cuprind: numărul de cod, denumirea reperului, numărul desenului, materialul precum și culoarea acestuia.

Pentru o privire sintetică asupra întregului automobil și pentru o bună corelare interior/exterior a fost conceput și un tabel (6.13) care cuprinde principalele componente.

Pentru automobilele cu dotări opționale, precum și pentru MODELUL 1989, multe din problemele existente în fabricarea automobilului standard au fost rezolvate în așa fel încât în același an au fost exportate primele automobile.

Experiența acumulată în acest domeniu a fost foarte utilă și în realizarea altor proiecte.

6.3. CERCETĂRI ORIGINALE PRIVIND PSIHOLOGIA CULORILOR

Studiul sistematic al sondării populației față de preferința pentru culoare este în țara noastră la început.

Se poate menționa că din 1882, când Simion Florea Marian publică în Analele Academiei Române lucrarea *Cromatica poporului român* (M₁₇) până în anul 1987 când P. Mureșan publică lucrarea [M₃₁], nu au apărut documente bibliografice semnificative.

Studiile întreprinse până acum, s-au referit la testarea unui eșantion de 177 subiecți asupra preferințelor pentru culorile primare și secundare fabricate în țară în ultimii 30 de ani.

Cele șase planșe care stau la baza acestui studiu cuprind fiecare un număr maxim de 12 tonuri diferite ale aceleiași culori. Subiecții au optat în ordine descrescătoare a preferințelor pentru culorile care li s-au părut că se apropie cel mai mult de noțiunile în valoare absolută a tonurilor de roșu, galben, albastru, verde, orange și violet.

Pigmenții care au fost folosiți sunt fabricați în țară și au putut fi achiziționați pe parcursul timpului de la magazinele de specialitate ale Galeriilor Fondului Plastic.

Pentru culoarea galben, pigmenții folosiți au fost:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 1. Galben citron - Tempera decorativ | 7. Citron de cadmiu închis - T. fină |
| 2. Galben citron - T. atelier | 8. Galben crom închis - T. concentrat |
| 3. Galben - T. concentrat | 9. Citron de cadmiu - T. fine |
| 4. Galben cadmiu deschis - T. fine | 10. Galben de crom - T. concentrat |
| 5. Galben crom - T. Paracelsius | 11. Galben crom închis - T. fine |
| 6. Citron de cadmiu - T. fine | 12. Galben S.C.R. 85 |

Pentru Roșu pigmentii folosiți au fost:

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. Roșu permanent - T decorativ | 5. Roșu cadmiu deschis – T fine |
| 2. Roșu permanent - T concentrat | 6. Roșu geraniu - T fine |
| 3. Roșu permanent - T fine | 7. Lac garanța - T fine |
| 4. Roșu permanent - T concentrat | 8. Roșu S.C.R. 85 |

Pentru culoarea albastru pigmentii folosiți au fost:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| 1. Albastru ceruleum decorativ | 7. Albastru ultramarin - T. decorativ |
| 2. Albastru mangan - T. fine | 8. Albastru cobalt - T. concentrat |
| 3. Albastru cobalt - T fine | 9. Albastru ultramarin - T. concentrat |
| 4. Albastru cobalt - T. fine | 10. Albastru ultramarin T. atelier |
| 5. Albastru cobalt închis - T. fine | 11. Albastru prusia T.fine |
| 6. Albastru ultramarin - T. decorativ | 12. Albastru S.C.R. 89 |

Pentru culoarea orange, pigmentii folosiți au fost:

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1. Orange - T. decorativ | 6. Vermillon de cadmiu - T. fine |
| 2. Orange - T. concentrat | 7. Vermillon - T. decorativ |
| 3. Orange - T. atelier | 8. Vermillon - T. Atelier |
| 4. Orange de cadmiu - T. fine | 9. Orange S.C.R. 85 |
| 5. Vermillon - T. decorativ | |

Pentru culoarea verde pigmenții folosiți au fost:

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. Verde veronese - T. decorativ | 7. Verde crom - T. atelier |
| 2. Verde veronese - T. concentrat | 8. Verde crom - T. fine |
| 3. Verde smaragd - T. decorativ | 9. Verde crom - T. decorativ |
| 4. Verde smaragd - T. concentrat | 10. Verde crom - T. fine |
| 5. Verde smaragd - T. atelier | 11. Verde china - T. fine |
| 6. Verde smaragd - T. fine | 12. Verde S.C.R. 85 |

Pentru culoarea violet pigmenții au fost:

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1. Violet de cobalt deschis - T. fine | 5. Violet T. atelier |
| 2. Violet de mangan - T. fine | 6. Violet T. concentrat |
| 3. Violet de mangan - T. fine | 7. Violet modern S.C.R. 85 |
| 4. Violet cobalt - T. fine | |

Testul a fost aplicat numai asupra unui număr de 177 studenți ai Facultății de Design, unui număr de 21 studenți ai Facultății de Jurnalistică ai Universității „Tbiscus” din Timișoara.

Rezultatele acestui test de preferințe pentru culoare a fost următorul.:

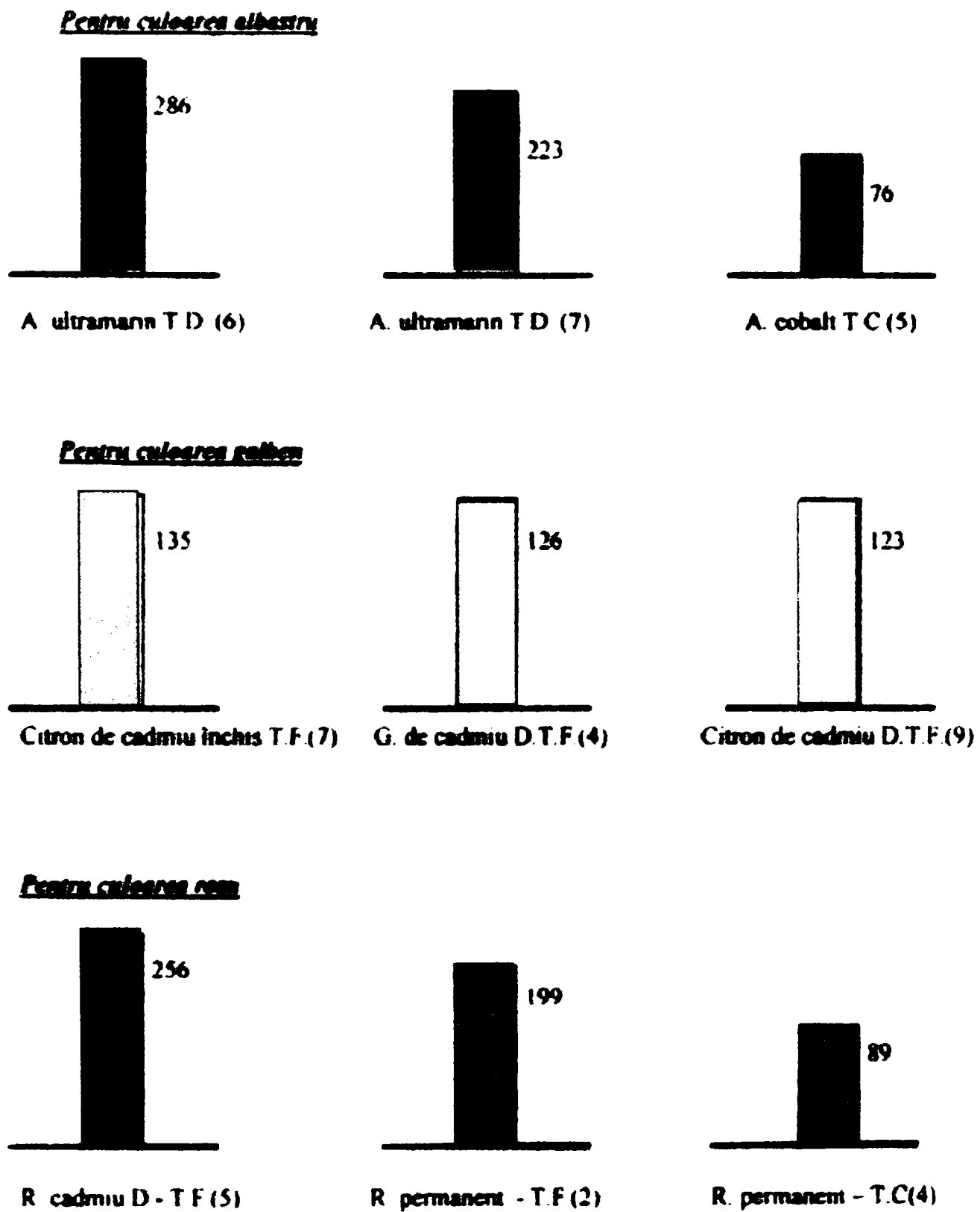
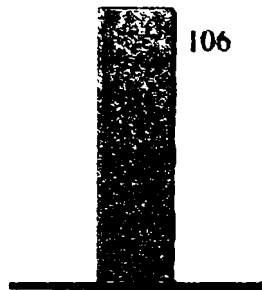
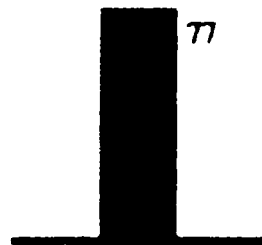


Figura 6.18.

Pentru culoarea verde

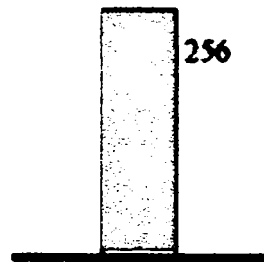
Ve. veronese T.C.(2)



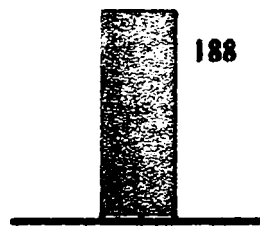
Ve. crom T.F.(8)



Ve. crom T.D(7)

Pentru culoarea orange

O. de cadmiu T.F.(4)



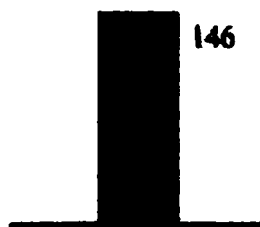
O. de cadmiu T.A(3)



Vermillon de cadmiu T F.(6)

Pentru culoarea violet

Vi. de mangan T.F.(2)



Vi. modern (7)



Vi. T.C (6)

Figura 26.

Figura 6.19

Cifra reprezintă numărul total de puncte acumulat de fiecare culoare care s-a situat pe unul din primele trei locuri ale preferințelor subiecților pentru culoarea aleasă. Astfel pentru locul 1 s-au alocat 5 puncte, pentru locul 2 s-au alocat 3 puncte și pentru locul 3 s-a alocat 1 punct.

Scopul acestui prim demers a fost acela al verificării nivelului de preferință general al

populației pentru culoarea pură.

Am dori să continuăm investigațiile în acest domeniu, există deja o ofertă certă de colaborare cu firma Cerasil S.A. Oradea, important fabricant privat de pigmenți pentru multiple utilizări.

Studiul se va axa pe câteva subiecte mai concrete cum ar fi preferința pentru culoare a populației din vestul țării având ca subiect concret accesoriile pentru echiparea unei băi cu instalații sanitare și alte anexe.

Un alt obiectiv al acestui studiu ar putea fi fabricarea pentru prima oară de materiale pentru uz didactic și pentru artiști profesioniști pe alte baze decât cele folosite până acum. Acest principiu se bazează pe utilizarea a doar trei culori pigmentare primare, a albului și a negrului.

Doar cu aceste cinci tonuri se vor putea obține un număr mult mai mare de culori de ordinul zecilor, sutelor și a miilor folosind rețete proprii de amestec .

Acest principiu ar putea simplifica foarte mult producția de lacuri și vopsele, ar simplifica procesele de fabricație și desfacere și vor crea utilizatorilor un nou sentiment, acela de colaboratori și parte integrantă a celui care produce o materie colorată cu care vor putea să creeze lucrări de artă mai frumoase, vom putea să ne ambientăm mediul folosind un număr minim de tonuri cromatice.

Crearea pentru prima dată în țară a unui sistem cromatic coerent, care are la bază pe lângă măsurări spectrofotometrice și un model original de prezentare a eșantioanelor constituie cu siguranță o premieră națională.

Aplicarea acestui sistem în psihologie și în industria producătoare de automobile nu face decât să pună pe baze științifice și aceste două domenii care până acum au fost supuse arbitrarului.

*"Culoarea supusă unor reguli sigure
poate fi învățată ca muzica".
CHARLES BLANC*

CAPITOLUL 7

7.1. CONTRIBUȚII ORIGINALE ȘI CONCLUZII

Lucarea se constituie într-o prezentare sintetică, concentrată a conceptelor și este completată de un material ilustrativ original și numeros: 208 figuri și 43 de tabele precum și un dicționar al personalităților care au studiat, pe parcursul timpului, complexitatea fenomenelor cromatice. Acest demers s-a finalizat cu ajutorul unor teorii și date existente, completate cu idei și realizări practice originale. Printre contribuțiile teoretice și experimentale pe care le aduce autorul în prezenta teză, se pot număra și următoarele:

- în urma analizei a peste 200 de titluri de carte, 50 standarde și 10 atlase, autorul a reușit să găsească un număr de 109 scheme cromatice bidimensionale, 20 de modele tridimensionale și un număr de 10 sisteme cromatice, analizate publicate acum pentru prima oară în țară.

- Însăși ideea de a realiza o teză de doctorat cu această vastă arie de preocupări interdisciplinare este originală.

- o sinteză a informațiilor utile domeniul fizicii, în care sunt realizate fotografiile originale asupra spectrului obținut cu ajutorul prisme.

- analiza statistică a unor surse de informare diferită, care conține observării asupra spectrului cromatic vizibil și găsirea valorilor medii, precum și expunerea cercetării autorului asupra acestei probleme fundamentale în analiza studiilor spectrale.

- sintetizarea datelor referitoare la culori pe baza unei vaste cercetări bibliografice și analizarea a 14 reprezentări diferite ale culorilor în diagrama Comisiei Internaționale pentru Iluminat (C.I.E.)

- întocmirea unui studiu critic al termenilor utilizați pe plan național și internațional.

- Introducerea și definirea termenilor de CLARITATE ȘI PROFUNZIME, care fac mai ușor de înțeles și utilizat orice sistem de culoare. În analiza termenului LUMINOZITATE, sunt prezentate opt modele diferite pe care autorul le-a întâlnit în cercetarea vastei bibliografii consultate.

- sunt analizate principalele tipuri de amestecuri, punându-se în evidență 10 modalități diferite prin care culorile pot fi amestecate între ele în vederea obținerii tuturor variantelor cromatice posibile

- sinteza unor ACORDURI CROMATICE, care să satisfacă orice exigență a

utilizatorilor Sunt descrise și ilustrate într-un parcurs istoric , toate modalitățile cunoscute.

- sunt analizate toate posibilitățile de obținere a unor SERII DE AMESTEC , între două tonuri , care să reflecte psihologic cât mai corect trecerea de la un ton la altul Se remarcă utilizarea și exemplificarea pentru prima oară a SCĂRI LOGARITMICE , care au la bază studiul spectrofotometric .

- cercetările experimentale făcute asupra unui număr de peste 200 de eșantioane de culoare fabricate în țară , în ultimii 30 de ani , au dus la crearea , pentru prima dată în țară a unui ATLAS de CULORI care conține nouă din cele mai importante caracteristici de culoare ale eșantioanelor măsurate

- se propune introducerea REȚELEI SEMILOGARITMICE , pentru a obține o reprezentare cât mai corectă a dispunerii culorilor în plan .

- crearea pentru prima oară și în ROMÂNIA , a unui „SISTEM CROMATIC” constituie o premieră națională .

Considerăm că studierea pe baza unor eșantioane de culoare , etalonate spectro - fotometric - la care abordarea subiectivă este imposibilă , constituie o nouă premieră.

- numeroasele experimentări efectuate, peste 600, dau o confirmare științifică teoriilor exprimate cu această ocazie.

Cosiderăm că lucrarea poate oferi multor specialiști o bază de date extrem de importantă în realizarea unor studii științifice ulterioare . Pe baza cercetărilor pe care autorul le- a făcut , pot fi începute studii fundamentale în schimbarea principiului de utilizare al culorilor în domenii cum ar fi : TELEVIZIUNEA COLOR și TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI .

Învățarea corectă a LIMBAJULUI CULORILOR , ar putea fi un element fundamental în ȘTIINȚELE EDUCAȚIEI alături de scris , citit sau învățarea jocului de șah .

Vastul material sistematizat poate oferi PSIHOLOGILOR și SOCIOLOGILOR o importantă MATERIE PRIMĂ , în analiza științifică pe care aceștia o întreprind .

În domeniul atât de actual al investigațiilor INTERDISCIPLINARE , putem dezvolta principiile unor TERAPII COMPLEMENTARE , în așa fel încât persoanele cu unele afecțiuni să poată beneficia în același timp de mai multe terapii , inclusiv de cea CROMATICĂ :

Considerăm de aceea că lucrarea conține un aport original și deschide drumul spre multiple cercetări ulterioare .

Am dori , ca prin înființarea în TIMIȘOARA a unui „CENTRU NAȚIONAL AL CULORILOR” să se poată continua studiile publicate cu această ocazie .

BIBLIOGRAFIE

- [A1] ADAMS, RUDOLPH. - **ADAMS` CHROMATO-AKORDEON.**
Berlin.1865.
- [A2] ADLER, L.; SOLOMON, Z.. ENACHE, C. - **CULOAREA IN ARHITECTURA.**
Editura Tehnica, Bucuresti, 1960.
- [A3] **AFNOR. N.F.V. 08-001** , Paris 1973.
- [A4] AGOSTON, A., GEORGE. - **COLOR THEORY AND ITS APLICATION IN ART AND DESIGN.**
Springer Verlag, Berlin, 1979.
- [A5] ALBERS, JOSEF. -**INTERACTION OF COLOR.**
Verlag M. Du Mont Schanberg, Köln, 1970.
- [A6] ALBU, C.D.. - **CHIMIA CULORILOR.**
Editura Stiintifica, Bucuresti, 1967.
- [A7] ARNHEIM, RUDOLF. - **ARTA SI PERCEPTIA VIZUALA.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1979.
- [A8] ARGAN, GIULIO CARLO – **L`ART MODERNE, Du siecle de Lumieres au monde contemporain** BORDAS, 1992
- [A9] ARNOLD, WOLFGANG -**FARBGESTALTUNG-WISSENSSPEICHER AUFGABENSAMMLUNGEN**
WEB Verlag,Berlin 1981.
- [A10] **“AXIS”** - .L'univers documentaire,HACHETTE,VOL.3.
Le livre de Paris. 1993.
- [B1] BAYER, M.; KLAUS. - **WOHN PLANSET.**
Bauzirkel Verlag GmbH. 1993
- [B2] BĂLTĂREȚU, AURELIAN - **FLORILE PARFUM ȘI CULOARE**
Editura Albatros, Colecția Cristal, București, 1986
- [B3] BEAUDENEAU Y., PFEIFFER, H.E.. - **HARMONIE DE COULEUR**
Ed.Dunod, Paris, 1957.

-
- [B4] BELLANGER, CAMILLE. - **TRAITE DE PEINTURE A L'USAGE DE TOUT LE MONDE.** Libraire Garnier Frérs.
- [B5] BERGER, RENÉ. -**DESCOPERIREA PICTURII.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1975.
- [B6] BERGMANS, J. -**SEEINE COLOURS SERIA PHILIPS**
Tehnickal Library Eindhoven Olanda 1960
- [B7] BEZOLD, WILHELM von. - **DIE FARBENLEHRE IN HINBLICH AUF KUNST UND KUNSTGEWERBE.**
Braunschwerin,1921.
- [B8] BIANU, V.,V. - **OPTICA GEOMETRICĂ.**
Editura Tehnică, București, 1962.
- [B9] BIELUSICI, ANTON - **FOTOGRAFIA COLOR**
Editura Stiintifica Bucuresti 1965.
- [B10] BIRREN, FABER. -**OSTWALD: THE COLOR PRIMER.**
New York: Van Nostrand Reinhold, 1969.
- [B11] BIRREN, FABER. -**Ed. ITTEN: THE ELEMENTS OF COLOR.**
New York: Van Nostrand Reinhold, 1970.
- [B12] BIRREN, FABER. -**Ed. WEST CHESTER, PA: PRINCIPLES OF COLOR,**
Schiffer Publishing, Limited, 1987.
- [B13] BIEMA, CARRY VAN. -**CULORI SI FORME CA FORTE VITALE.**
Jenna,1930.
- [B14] BIRREN, FABER. -**COLOR AND HUMAN RESPONSE.**
Reinhold van Nastrand,New York,1984.
- [B15] BIRREN, FABER -**LIGHT COLOR AND ENVIRONEMENT;A THROUGH PRERSENTATION OF FACT ON THE BIOLOGICAL AND PSIHOLOGICAL EFFECTS OF COLOR.**
Van Nostrana Reinholâ Publ. Co.,New York, 1969.
- [B16] BLOTTIAN. -**COLORIMETRIE.**
Revue d'optique, Paris 1950.
- [B17] BOER, J.B.DE, FISCHER, D. -**ILUMINATUL INTERIORULUI.**
Editura Tehnica,Bucuresti,1984.
- [B18] BOESNER. -**GROSHANDEL FUR KUNSTLERBAUDENDAUF**
2000
- [B19] BOTH, SERGIUS. - **DAS AUG-EIN PERFECTE COMPUTER.**
Hobby,Stuttgart,1968.

-
- [B20] BOUTE,G. -**L'ESPRIT DE LA COULEUR**,
Ed. DESAIN et TOLRA, Paris 1970.
- [B21] BRĂTESCU, G.C. - **OPTICA**
Editura Didactica si Pedagogica,Bucuresti,1982.
- [B22] BREUILLE, JEAN PHILIPPE sub direcția **DICTIONAIRE DE PEINTURE ET DE
SCULPTURE "L'ART DU XIXe"**
LAROUSE, 1993
- [B23] BRIDE, M., WHEAN. -**COLOR HARMONY A GUIDE TO CREATIVE COLOR
COMBINATION**
- [B24] BRION, MARCEL -**HOMO PICTOR**
Editura Meridiane,Bucuresti ,1977.
- [B25] BROADKENT, GEOFFREY -**DESIGN IN ARHITECTURE** London,1973.
- [B26] BROQUELET, A. -**L'ART DECORATIF,L'ART APPLIQUE A
L'INDUSTRIE.**
- [B27] BUSIGNANI, ALBERTO. -**MONDRIAN**
Editura Meridiane,Bucuresti,1970.
- [C1] CASSOU, J. -**LA PANORAMA DES ARTES PLASTIQUES
CONTEMPORAINS.** Gallimard,Paris,1960.
- [C2] CENNINI, CENNINO. - **TRATATUL DE PICTURA**
Editura Meridiane,Bucuresti,1977.
- [C3] CERNEA, PAUL,CONSTANTIN, FLORICA. - **VEDEREA CULORILOR.**
Editura "Scrisul Romanesc",Craiova,1977.
- [C4] CHARBOHIER, GEORGES. - **MONOLOGUL PICTORULUI.**
Editura Meridiane,Bucuresti,1974.
- [C5] CHEVALIER, J., GHEERBRANT – **DICȚIONAR DE SIMBOLURI**, vol. I, vol. II,
vol. III
Editura ARTEMIS, București 1994-1995
- [C6] CHEVREUL, MICHEL EUGENE. -**PRINCIPE OF HARMONY AND
CONTRASTS OF COLOR.**
New York,1967.
- [C7] CHEVREUL, MICHEL EUGENE. - **DES COULEURS ET DE LEURS
APPLICATIONS AUX ARTS INDUSTRIELS.** Paris,1964.
- [C8] CIOFU I.,GOLU M.,VOICU C.. -**TRATAT DE PSIHOFIZIOLOGIE, VOL I.**
Editura Academiei RSR,Bucuresti,1978.

-
- [C9] COLLIN, A. –**ELEMENTI DI COLORIMETRIA TRISTIMOLO.**
Cesano Maderna ACNA (Aziende Colori Nazionali Affini) 1969
- [C10] **THE COLOR BOOK** – Read International Book LTD, Londra 1997
- [C11] CONSTANTIN, PAUL. - **CULOARE ARTA AMBIENT.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1979.
- [C12] **COLOR ATLAS,**
New York, Van Nostrand Reinhold, 1974, 1000 printed samples. Conversion to CIE(x, y, Y).
- [C13] CTEȚU, E. s.a. **CALCULUL ȘI CONSTRUCȚIA APARATURII OPTOELECTRONICE,** Ed. Academiei Tehnice Militare, București. 2001
- [D1] DALBE LES FURNITURES E L'EQUIPMENT POUR LES PROFSSIONS **CREATIVES,** Astra Design Paris.
- [D2] DANIEL, LACOMME – **STUDIUL CULORII** Editura Bordas 1992
- [D3] DARLEY, M., JOHN, GLUCKSBERG SAN, KINCHLA A. DONALD,
PSYCHOLOGY FIFTH EDITION, Prentice Hall. New Jersey.
- [D4] DAUVEN, JEAN – “**Sur la correspondance entre sons musicaux et la couleur**” în P.W. Pickeford, **Psychology and Visual Aesthetics London, Hutchinson Educational, 1972**
- [D5] **DICȚIONARUL EXPLICATIV AL LIMBII ROMÂNE,**
Editura Academiei, București, 1975
- [D6] DE GRANDIS, LUIGINA. **THEORY AND USE OF COLOR.**
New York: Harry N. Abrams. Incorporated, 1987.
- [D7] DELACROIX, EUGENE , - **JURNAL,** Editura Meridiane ,Bucuresti ,1977.
- [D8] DELCROIX, G, HAVEL M. -**PHENOMENE PHYSIQUES ET PEINTURE ARTISTIQUE.**
- [D9] DEMETRESCU, CAMILIAN. -**CULOARE SUFLET SI RETINA.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1966.
- [D10] **DICȚIONAR DE ARTĂ** – Forme, tehnici, stiluri artistice,
vol. I (1995), vol II (1998) Editura Meridiane, București
- [D11] DERIBERE, M.-**ENCICLOPEDIA DEL COLORE,** Milano Mursia 1960.
- [D12] **DIN - FARBENKARTE** , (Color Chart). Official Standard DIN-6164.
Berlin:Beoth-Vetrieb, 1962.
- [D13] DIONISIE DIN FURNA - **CARTE DE PICTURA**

Editura Meridiane , Bucuresti ,1979.

- [D14] DOCZY, GYORGY – **THE POWER OF LIMITS**, Proportional harmonies in **Nature, Art and Architecture**
Shambhala Boston & London, 1985
- [D15] DONNEMANN, FRIEDRICH. - **PLINIUS UND SEINE NATURGESICHTE**.
Jenna,1921.
- [D16] DORIVAL, BERNARD. - **PROBLEMES DE LA COULEUR DANS LA PEINTURE CONTEMPORAINE**.
- [D17] DUCHTING, HAJO,-**COMPRENDRE ET CREER LA COULEUR**.
Dessain et tolra, Paris 1960.
- [D18] DUMITRESCU, N. -**BAZELE OPTICII FIZIOLOGICE**.
Universitatea Politehnica Bucuresti , 1994.
- [D19] DÜRER, ALBREHT. - **SCHIFTLICHER NACHLAB**.
Berlin,1962.
- [E1] EMERY, RICHARD,-**CREATIVE DUOTONE EFECTS**, Rockport
publisher Massachusetts, 1995.
- [E2] **THE ENCICLOPEDIA OF VISUAL ART Vol.10**
Andromeda Oxford limited 1994.
- [E3] EVANS, RALPH. - **AN INTRODUCTION TO COLOR**.
John Wiley & Sons,New York,1959.
- [F1] FABRI, FRANK.-**COLOR: A COMPLETE GUIDE FOR ARTISTS**.
New York: Watson-Guptill, 1967.
- [F2] FAULKNER,W. -**ARCHITECTURE AND COLOR**
Wiley Intersciens,New York,1972.
- [F3] FER, EDUARD -**SOLFEGE DE LA COULEUR**
Paris,Dunod,1962.
- [F4] FLEURY P., IMBERT C.-**ENCICLOPEDIA UNIVERSALIS CORPUS 5**,
Paris 1988.
- [F5] FRIELING,H., ANER,X. -**MENSCH,FARBE,RAUM**,
Verlag CALLWEY,Munchen,1961.
- [F6] FRIELING, HEINRICH.-**GESETZ DER FARBE**. 1985.
- [F7] FRIELANDER, MAX J. -**DESPRE PICTURA**
Editura Meridiane ,Bucuresti ,1983.

- [G1] GATZ, CONRAD; WALLENFANE, WILHELM, - **COLOR IN ARCHITECTURE .A GUIDE TO EXTERIOR DESIGN** ,
New York 1961.
- [G2] GERICKE, LOTHAR. - **DIPLOMARBEIT, KUNSTHOCHSCHULE.**
Weissensee, Berlin, 1970.
- [G3] GERICKE, LOTHAR, SCHÖNE KLAUS. - **DAS PHÄNOMEN FARBE.**
Henschelverlag, Berlin, 1973.
- [G4] GHYKA, C. MATILA, **ESTETICA ȘI TEORIA ARTEI** ,
Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1981
- [G5] GERRITSEN, FRANK J.-**THEORY AND PRACTICE OF COLOR.**
New York: Van Nostrand Reinhold, 1974.
- [G6] GOETHE, JOHANN WOLFGANG VON. - **FARBENLEHRE.**
Inselverlag, Leipzig 1926.
- [G7] GOETHE, JOHANN WOLFGANG VON. - **DIE SCHRIFTEN ZUR NATURWISSENSCHAFT .**
Weimar, 1957.
- [G8] GOETHE, JOHANN WOLFGANG VON. - **THEORY OF COLORS.**
Cambridge, 1972.
- [G9] GOETHE, JOHANN WOLFGANG VON -**TEORIA CULORILOR**
Editura Princeps ,Iasi,1995.
- [G10] GOLU, MIHAI; DICU, AUREL. -**CULOARE SI COMPORTAMENT.**
Editura "Scrisul Romanesc", Craiova, 1974.
- [G11] GOWING, LAWRENCE (sir) – **A BIOGRAPHICAL DICTIONARY OF ARTISTS**
Grange Books, London 1995
- [G12] GROSS, WALTER OSCAR. - **FARBENHARMONIE.**
Luzern ,1965.
- [G13] GROPIUS, VALTER. -**ARCHITECTUR, VEGE ZU EINER OPTICHEN KULTUR.**
Frankfurt am Main ,1959.
- [G14] GRUESCU, C. ZSIVANOV D. – **ELEMENTE DE OPTICĂ ȘI APARATE OPTICE.**
Editura Orizonturi Universitare, Timișoara 2000
- [G15] GRUESCU, C. ZSIVANOV D. - **APARATE SPECTRALE SI FOTOMETRICE**
U.P.Timișoara, 1997.
- [G16] GRUESCU, C., NICOARĂ, I, POMMERSHEIN, A. – **APARATE OPTICE,**
Ed. Orizonturi Universitare, Timișoara, 2001

- [G17] GROLIER, ACADEMIC.-**ENCYCLOPEDIA VOL. 5**,
Grolier International, 1994.
- [H1] HART, FREDERICK HARTT (sub direcția) **ART a history of paintings, sculpture architecrute**, Harry N. Abrams INC. Publisher 1993
- [H2] HARTMAN- **EUROPEAN SCALE CI 13-67**.
Frankfurt am Main, 1990.
- [H3] HASAN, YVONNE – **Paul Klee și pictura modernă**
Editura Meridiane, București 1999
- [H4] HAVEL, MARK. - **TEHNICA TABLOULUI**.
Editura Meridiane, Bucuresti, 1980.
- [H5] HELMHOLTZ, HERMANN VON. -**TREATISE AN PHYSIOLOGICAL OPTICS**.
New York, 1962.
- [H6] HELMHOLTZ, HERMANN VON. - **HANDBUCH DER PHYSIOLOGISCHER OPTIK**.
Leipzig, 1896.
- [H7] HERING, EWALD. - **GRUNDZÜGE DER LEHRE VOM LICHTSINN**.
Julius Springer Verlag, Berlin, 1925.
- [H8] HICKETHIER ALFRED. - **LE CUBE DE LA COULEUR**.
Dessain et Tolra, Paris, 1974.
- [H9] **HICKETIER COLOR ATLAS** (See Color Atlas)
New York, Van Nostrand Reinhold, 1974.
- [H10] HOGARTH, WILIAM.-**THE ANALYSIS OF BEAUTY**.
London, 1753.
- [H11] HUYGHE, R. -**L'ART ET L'AME**.
Flamarion, Paris, 1960.
- [I1] ITTEN, JOHANNES. -**MEIN VORKURS AM BAUHAUS**. 1963.
- [I2] ITTEN, JOHANNES. - **KUNST DER FARBE**.
Otto Maier Verlag Ravensburg, 1967.
- [I3] **ICI COLOUR ATLAS** , -Dyestuffs Division, Imperial Chemical Industries, Mancester ,England. 1970
- [J1] JACOBSON, E. -**BASIC COLOR**
Ed. a PAUL THEOBALD, Chicago, 1968.
- [J2] JERVIS, SIMON – **DICTIONARY OF DESIGN AND DESIGNERS**
The Penguin, Londra 1984

-
- [K1] KANDINSKY, VASILY. - **PUNCT SI LINIE IN RAPORT CU SUPRAFATA.**
Munchen, 1926.
- [K2] KANDINSKY, VASILY. - **DU SPIRITUEL DANS L'ART.**
Editura Denoel-Gouthier, Paris, 1969.
- [K3] KDITI, MOTOKAWA. - **PHYSIOLOGY OF COLOR AND PATTERN VISION.**
Springer Verlag, Berlin.
- [K4] KIPPERS, HARALD. - **COLOR:ORIGIN, SYSTEMS, USES NEW YORK: VAN
NOSTRAND REINHOLD, 1973**
- [K5] KIRALY, SANDOR. - **ALTALANOS SZINTAN.**
Tankonvu Kiado,Budapest,1994.
- [K6] KLEIN, SANDOR. - **A LATAS PSZIHOLOGIAJA.**
- [K7] KLEE, PAUL. - **ECRITS SUR L'ART. LA PENSEE CREATRICE**
Editure Dessain et Tolra, Paris, 1967.
- [K8] KLEE, PAUL. - **ÜBER DIE MODERNE KUNST.**
Bern-Bünpliz, 1949.
- [K9] KLEE, PAUL. - **ECRITS SUR L'ART. LA PENSEE CREATRICE**
- **CONFESIUNEA CREATOARE 1920.**
- **WEGE DES NATURSTUDIUMS 1923.**
- **CARNET DE SCHITE PEDAGOGICE 1925.**
- **CERCETARI EXACTE IN DOMENIUL ARTELOR1928.**
Editure Dessain et Tolra, Paris, 1979
- [K10] KORNERUP, A., WANSCHER, J.H. - **METHUEN HANDBOOK OF COLOUR,
LONDRA, METHUEN, 1967**
- [K11] KNOBLER, NATHAN. - **DIALOGUL VIZUAL.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1983.
- [K12] KRAWLOW, S.W.. - **DAS FARBENSEHEN.**
Berlin, 1955.
- [K13] KÜPPERS, HARALD. - **DAS GRUNDGESETZ DER FARBENLEHRE.**
Dumont Taschenbücher 1986.
- [K14] KÜPPERS, HARALD. - **FARBE.**
Callway Verlag, Stuttgart 1974.
- [K15] KÜPPERS, HARALD. - **FARBENLEHRE.**
V-dia Verlag Gmbh, Heidelberg 1986.
- [K16] KÜPPERS, HARALD. - **LA COULEUR, ORIGINE, METHODOLOGIE,
APPLICATIONS. OFFICE DU LIVRE, DESSAIN ET TOLRA, PARIS 1977.**

-
- [K17] KUTNE ERICH, VENN AXEL – **MARKETING MIT FARBEN**
Du Mont Verlag, Koln, 1996
- [L1] LACLOTTE, MICHEL (sub direcția) **DICTIONAIRE DE LA PEINTURE, La peinture occidentale du moyene âge à nos jours**
Larousse – 1991
- [L2] LAZARESCU, LIVIU -**PICTURA IN ULEI**
Editura,SIGMA PLUS, Deva,1996.
- [L3] LAVER, DAVID A. ; PENTAK STEPHEN – **DESIGN BASIS, Harcourt Brage Colege, Publisher , 1995.**
- [L4] **LE DICTIONNAIRE DES PIGMENTS ET DES MATIERES DE CHARGES ,**
Paris,1988.
- [L5] LEGER, FERNAND. -**FUNCTII ALE PICTURII.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1976.
- [L6] LE MAXIDICO – Dictionaire encyclopedique de la langue francaise, La langue &Les nomes propres
Edition de la Connaissance, 1997
- [L7] LA MELANGE DES COULEURS – **L'aquarelle, Ed. Grund, Paris 1998.**
- [L8] LE PETITE LAROUSSE, Dictionaire encyclopedique
Paris, Cedev 06, 1993
- [L9] LEVY, ELIE. - **DICTIONAIRE DE PHISIQUE.**
Presse Universitaires de France,1988.
- [L10] LHOTTE, ANDRE. -**SA VORBIM DESPRE PICTURA.**
Editura Meridiane, Bucuresti, 1971.
- [L11] LIEURY, ALAIN. -**MANUAL DE PSIHOLOGIE GENERALA.**
Editura Antet, 1990.
- [L12] LIN, JAMI – **MANUAL DE FENG SHUI**
Editura Teora, București, 1995
- [L13] LUCA, EMIL,ZET G., CIUBOTARIU C., PADURARU A.,
-**FIZICA GENERALA ,** Editura Didactica si Pedagogica,Bucuresti,1981.
- [M1] MAIOTTI, ETTORE – **GRAND MANNEL TECHNIQUES DE L ART, Celiv, Paris 1993.**
- [M2] MANDER, van CAREL -**CARTEA PICTORILOR**
Editura Meridiane ,Bucuresti ,1977.

-
- [M3] MARICA, VIORICA GUY. - **IPOSTAZE ALE PICTURII.**
Editura Meridiane, Bucuresti.1985.
- [M4] MARCU, M.; MOGA I. – **DICȚIONAR ELEMENTAR DE ȘTIINȚE,**
Ed. Științifică și Enciclopedică, București 1978.
- [M5] MARCUS, SOLOMON – **ARTE ȘI ȘTIINȚĂ,**
Ed. Eminescu, București 1986.
- [M6] MANKE, FRANK; MANKE, RUDOLPH. -**COLOUR AND LIGHT IN
MAN-MADE ENVIRONEMENTS.**
Van Nostrand Reinhold, New York, 1982.
- [M7]. MARIAN, ADRIAN; ANDONIE, RAZVAN. – **ORDINATORUL ÎN
STRUCTURILE CROMATICE,** în nr. 2 al revistei "D" – București 1979
- [M8] MARIAN, ADRIAN; ANDONIE, RAZVAN. - **GRAMATICI PICTURALE
PROBABILISTE, O NOUA METODA IN PRELUCRAREA IMAGINILOR PE
CALCULATOR .**
Informatica pentru conducere, Cluj-Napoca, 1980.
- [M9] MARIAN, ADRIAN; ANDONIE, RAZVAN. (in volumul) -**SEMIOTICA
MATEMATICA A ARTELOR VIZUALE.**(sub redactia prof.univ.SOLOMON
MARCUS) - **PIET MONDRIAN, ANALIZA SI SINTEZA CU AJUTORUL
CALCULATORULUI .**
Editura Stiintifica si Enciclopedica, Bucuresti, 1982.
- [M10] MARIAN, ADRIAN; ANDONIE, RAZVAN. – **THE BASIS OF A
METALANGUAGE IN THE CYBERNETIC AESTHETICS,** Revue Roumaine
de lingvistque, tome XXX 1985, Editura Academiei București
- [M11] MARIAN, ADRIAN; ANDONIE, RAZVAN. – **A PROBABILISTIC MODEL IN
THE AUTOMATIC GENERATION OF VISUAL STRUCTURES,** Cahiers de
lingvistiques teoriques et applique, tome XXII 1985, nr.1, Editura Academiei
- [M12] MARIAN, ADRIAN – **SISTEM CROMATIC ROMÂNESC 873 aplicații în
domeniul industrial, în volumul : MECANISME ȘI TRANSMISII
MECANICE,** Reșița 1996
- [M13] MARIAN, ADRIAN – **DESIGN CIBERNETC,**
Editura Augusta – Timișoara 2001
- [M14] MARIAN, ADRIAN; GRUESCU, CORINA – **DETERMINĂRI
EXPERIMENTALE PRIVIND PARAMETRIZAREA FENOMENULUI
CROMATIC**
- [M15] MARIAN, ADRIAN; NICOARĂ, IOAN; GRUESCU, CORINA – **METODA DE
OBȚINERE A UNEI SCĂRI UNIFORME ÎN DOMENIUL ACROMATIC,** lucrări
prezentate la Simpozionul organizat în cadrul ACADEMIEI TEHNICE

MILITARE, București 15-16 noiembrie 2001

- [M16] MARIAN, ADRIAN – **CULOARE NUMĂR ARMONIE**, Editura Augusta, Timișoara 2002 (în curs de apariție)
- [M17] MARIAN, SIMION FLOREA. -**CROMATICA POPORULUI ROMAN**. Analele Academiei Romane, Bucuresti, 1882.
- [M18] MARSEILLE , JAQUES; LANEYRIE NADEIJE, - **LA MEMOIRE DE L'UMANITE**, Les grands evenements de L'HISTOIRE DE LAROUSSE, DANGEN,1999.
- [M19] MATISSE, HENRI. - **FARBE UND GLEICHNIS**. Frankfurt am Main / Hamburg, 1960.
- [M20] MIHALCA, IOAN, - **OPTICA**. Institutul Politehnic "TRAIAN VUIA" Timișoara, 1980.
- [M21] MIRO, JOHAN. - **CULOAREA VISURILOR MELE**. Editura Meridiane, Bucuresti, 1982.
- [M22] MITROFAN, GHEORGHE. - **TELEVIZIUNE-DE LA VIDEOCAMERA LA MONITOR**. Editura Teora, Bucuresti, 1996.
- [M23] MINNARET ,M. -**LUMINA SI CULOARE IN NATURA** .Ed. Stiintifica,Bucuresti,1962.
- [M24] **MISTERIES OF THE UNKNOWN COSMIC CONNECTIONS**
By the Editors of Time -Life Books,Alexandria, Virginia ,1990.
- [M25] MOISI,L C.GEORGE; CURATU, EUGEN. -**OPTICA**
Editura Tehnica ,Bucuresti,1986.
- [M26] MORRIS, G. CHARLES – **PSYCHOLOGY**, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersei 07458
- [M27] MORITZ, ZWIMIER. - **FARBE**. Verlag Karl Haupt, Bern / Stuttgart.
- [M28] MUNSELL COLOR COMPANY. -**MUNSELL BOOK OF COLOR**. Munsell Color Company, Baltimore, 1929.
- [M29] MUNSELL, ALBERT. - **A GRAMAR OF COLOR**, New York, 1969.
- [M30] MUNSELL, ALBERT. - **COLOR NOTATION**. Munsell Color Company, Baltimore, 1981.
- [M31] MURESAN, PAVEL, -**CULOAREA IN VIATA NOASTRA**. Editura Ceres, Bucuresti, 1987.

-
- [N1] **NATURAL COLOUR SYSTEM ATLAS** -Stockholm: Svenskt Frgcentrum (Colour Centre).About 1400 painted chips .For architecture and design 1996.
- [N2] NEMECSICS, ANTAL. -**ARANJAMENTUL COLORISTIC AL MEDIULUI.** (in Estetica Industriala,) Bucuresti ,1973.
- [N3] NEMECSICS, ANTAL. -**SZINDINAMIKA**
Akademia Kiado,Budapest1990.
- [N4] NEVEANU, PAUL POPESCU; GOLU, MIHAI. - **SENSIBILITATEA.**
Editura Stiintifica, Bucuresti, 1970.
- [N5] NICOARA, IRINA , -**INTRODUCTION TO OPTICS**
University of Timisoara,1993.
- [N6] NICOARĂ, I. – **CALCULATORUL ȘI CONSTRUCȚIA APARATELOR OPTICE**, vol I, II, Lito I.P.T. 1987
- [N7] NICOARĂ, I. – **Aparate optice, Tehnici de laborator**, Edtura Mirton, Timișoara, 1996
- [N8] NICOARĂ, I.; GRUESCU, S.; ATITOAIEI, V.; DUMA, V. – **APARATE OPTICE**, vol I, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara 2001
- [N9] NICOLESCU, BASARAB – **TRANSDISCIPLINARITATEA-MANIFEST**
Editura Polirom, Iași, 1999
- [N10] NICOLSON, I, -**ATLAS du CIEL et de L'UNIVERS.**
Ed. LAROUSSE, Paris,1992.
- [O1] ODOBLEJA, ȘTEFAN – **PSIHOLOGIA CONSONANTISTĂ**
Editura Științifică și Enciclopedică, București 1982 (original în franceză 1938-1939)
- [O2] **OSA UNIFORM COLOR SCALES**
Optical Society of America,Washington,D.C.
- [O3] OSTWALD, WILHELM. - **DIE. FARBENLEHRE**
Verlag Unesma, Leipzig, 1923.
- [O4] OSTWALD, WILHELM. - **LEBENSLINIEN.**
Berlin, 1927.
- [O5] OSTWALD, WILHELM. - **DIE FARBFIEBEN.**
Leipzig, 1944.
- [O6] OSTWALD, WILHELM. - **EINFÜHRUNG IN DIE FARBENLEHRE.**
Leipzig, 1919.

- [O7] OSTWALD COLOR ALBUM – COLOR HARMONY MANUAL LONDRA 1933
(See Color Harmony Manual).
- [P1] PAMFILE,T.; LUPESCU , M. -**CROMATICA POPORULUI ROMAN**
Bucuresti.,ACADEMIA ROMANA,1914.
- [P2] PAWLIK,J, -**TEORIE DER FARBE**
Verlag,Du Mont Schauberg,1971.
- [P3] PETROVICI, V, -**TEHNICA ILUMINATULUI ARTISTIC**,
Editura Tehnica ,Bucuresti,1976.
- [P4] PFEIFFER, HENRI, -**L'HARMONIE DES COULEURS,COURS
THEORIQUE ET PRATIQUE**,
Paris,Ed. DUNOD,1966.
- [P5] PILE, F.JOHN. - **INTERIOR DESIGN**.
Harry H.Abrahams Inc.Publishers, 1994.
- [P6] POIRE & COL. -**HISTOIRE MONDIALE DES TECHNIQUES DE LA
PEINTURE -VOL. I - .DE LA PREHISTOIRE AU MOIEN AGE .**
Grec Editeur ,Paris.
- [P7] PONTY-MERLEAU, MAURICE. -**PHENOMENOLOGIE DE LA
PERCEPTION**. New York, 1962.
- [P8] POPESCU, I.I. ; TOADER, I.E. - **OPTICA**
Editura Stiintifică și Enciclopedică, București, 1989.
- [R1] RANGU, G.; ISAC, P.; BOJENESCU, C.; UNGUR, I.; TOMESCU, I. ;
TABACHIN, A., -**INITIEREA IN ERGONOMIE** , Editura
Tehnica,Bucuresti,1984.
- [R2] READ, HERBERT – **The thames and Hudson Dictionary of Art and Artist**
London 1994
- [R3] RENNER, PAUL. - **ORDNUNG UND HARMONIE DER FARBEN**.
Ravensburger, 1947.
- [R4] ROSSBACH, SARAH, YUN LIN – **FENG SHUI și arta culorilor**
Editura Teora, București, 1997
- [R5] RHODE, OGDEN N. – **MODERN CHROMATICS: THE STUDENT S
TEXTBOOK OF COLOR WITH APPLICATION TO ART AND INDUSTRY**,
new ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1973
- [S1] SANDULESCU , VERNA C. – **MATERIALE ȘI TEHNICA PICTURII**, Editura
Marineasa, Timișoara 2000
- [S2] SAVII, C. -**PIGMENTI ANORGANICI TERMOREZISTENTI PE BAZA DE**

COBALT , (Teză de Doctorat) U.P. Timisoara 1989.

- [S3] SAVII, C. ;TAVALA, T.P.; BRANZAN, M.G.; SAVII, G., -**COMPUTATION OF COLOUR OF HETEROMORPHIC PIGMENTS**
Revue Roumain de Chimie 22(5)1977.
- [S4] SAVII, C.,TAVALA, T.P.,COCHCI,V.,FLOREA, V.,SAVII, G., -**BLUE AND GREEN PIGMENT STRUCTURE IN $\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Cr}_2\text{O}_3$ SISTEM**
Revue Romain de Chimie 39(8)1994.
- [S5] SAHLEANU, VICTOR. - **PENTRU O ANTROPOLOGIE A CULORII.**
Forum, 1973 , NR. 7 (94).
- [S6] SCHOPENHAUER, ARTHUR. -**SÄMTLICHE WERKE.**
Leipzig, 1891.
- [S7] SMITH, RAY, - **LE MANUEL DE L' ARTISTE**
Bordas, Paris, 1996.
- [S8] STERIAN, PAUL ; STAN, MIRCEA. -**FIZICA**
Editura Didactica si Pedagogica ,Bucuresti,1985.
- [S9] STEVENS, KIMM – **BEGINNERS GUIDE TO ACRYLIC,**
Painting Bison Group, Londra 1995.
- [T1] TAVALA, T.P.,BECHERESCU, D.,SAVII, C., BALINT, A., -**STUDIUL SPECTROSCOPIC IR UV-VIS AI UNOR PIGMENTI IN SISTEMUL NiO-TiO₂-M₂O₅.** Bul. St. și Tehnic al IPT Timișoara, vol. 27/41 F₂. 1982, p.29-34
- [T2] **TECHNIQUES OF THE GREATE MASTER OF ART**
Grange Books, London, 1996
- [T3] THEODORESCU, DEM, -**MIC ATLAS DE ANATOMIA OMULUI**
Editura Didactica si Pedagogica ,Bucuresti,1982.
- [V1] VARLEY, HELEN ED COLOR. LOS ANGELES -

KNAPP PRESS, 1980

- [V2] VASARELY, VICTOR. - **PLASTI-CITE.**
Edition Cercle d Arts, Paris, 1970.
- [V3] VERITY, ENID. COLOR OBSERVED –
NEW YORK: VAN NOSTRAND REINHOLD, 1980.
- [V4] VERITY, E. COLOUR – **LESLIE FREWIN PUBLISHERS,**
Londra 1967.
- [V5] DA' VINCI, LEONARDO. - **TRAKTAT DER MALEREI.**
Jena, 1907.

-
- [V6] VOINA, VIORICA; MARIAN, ADRIAN. - **APLICATII ALE AUTOMATELOR DETERMINISTE IN CROMATOLOGIE.**
(Lucrare de diploma) ,Cluj-Napoca. 1978.
- [W1] WALKOR, THEODORE – **PERCEPTION**
PDA Publications , PURDUE UNIVERSITY , Indiana, U.S.A..
- [W2] WIESCHCHER, GERT – **BLITZREFERENZ FARBE,**
Sistema Verlag, Munhen 1992.
- [W3] WOLLER, REINHARD – **Aufbruch ins Heuten 1877-1977**
Econ verlag, 1977, Frankfurt am Main, Germania
- [Z1] ZELANSKI, PAUL ; FISCHER, MARY PAT. -**DESIGN PRINCIPLES AND PROBLEM,** Harcourt Brace College Publishers USA 1996.
- [Z1] ZELANSKI, PAUL ; MARY, PAT FISHER. **COLOR – ENGLEWOOD CLIFFS, NJ: Prentice – Hall, 1989**
- [Z2] ZEUGNER, GERHARD. -**FARBENLEHRE FÜR MALER.**
Veb Verlag für Bauwesen, Berlin, 1963.
- [Z3] ZUSHE, LEONARD. -**VISUAL PERCEPTION OF FORM.**
Academic Press, New York.

BIBLIOGRAFIE - REVISTE

“COULEURS” – REVISTĂ, ORGANUL OFICIAL AL CENTRULUI DE INFORMAȚIE AL CULORII DIN PARIS

DOUBLE LIAISON

5, Rue etex, F – 75018 Paris

FARBE + DESIGN

Fraschstrase 25, Postfach 20, D M60 Gaidorf.

REVISTA DE LACURI ȘI VOPSELE

București, ISSN, 1454-6701, nr.1 2000

L'ARCHITECTURES D'AUJOURD'HUI

Paris, Franța, nr. 334, mai-iunie 2000

1. NORMATIVE ȘI STANDARDE – ROMANIA**STAS 4524 - 54**

COLORIMETRIE (masurarea culorii)
TERMINOLOGIE.

STAS 5285 -64

LACURI SI VOPSELE. Determinarea culorii prin comparare.

STAS 6630 -68

Denumirea si notarea produselor.

STAS 8311 -69

LACURI SI VOPSELE.Culoare si nuante.

STAS 2034 -73

Determinarea puterii de acoperire.

STAS 2849/ 2 -73

RADIOMETRIE,FOTOMETRIE SI COLORIMETRIE
Marimi colorimetrice -terminologie.

STAS 2849/ 3-73

RECEPTOARE DE RADIATIE
Terminologie.

STAS 2849/ 4-73

RADIOMETRIE,FOTOMETRIE SI COLORIMETRIE.
Mijloace si metode de masurare,terminologie.

STAS 6880 -74

METODA COORDONATELOR ALESE PENTRU DETERMINAREA
COORDONATELOR TRICROMATICE ALE CULORILOR.

STAS 11274 -79

LACURI SI VOPSELE .Determinarea culorii peliculelor prin comparare cu
etalonul de culoare.

STAS 737/11 -84

SISTEM INTERNATIONAL DE UNITATI.

STAS 2849/ 1-86

ILUMINAT,RADIATIE OPTICA.

STAS 2849/ 2 -86

STIMULI DE CULOARE SI MARIMI COLORIMETRICE .

TERMINOLOGIE.**STAS 2849/ 3 -86**

RECEPTOARE DE RADIATIE OPTICA.

STAS 2849/ 4 -86

MIJLOACE DE MASURARE.

STAS 2849/ 5 -86

PROPRIETATI OPTICE.

STAS 6880/ 1 -88,2 - 88,3 - 88,

COLORIMETRIE DE REFLEXE.

Calculul diferentelor de culoare.

2. NORMATIVE SI STANDARDE DIN ANGLIA**B.S. 381C, 1964**

Culori pentru scopuri specifice

Cu suplimentul P.D. 5824 din 1966 – Tabel de valori colorimetrice ale culorilor.

B.S. 4727, partea 4

Termeni particulari pentru lumină și culoare

Grupa 01 – radiație și fotometrie

Grupa 02- terminologie de vizibilitate și culoare

Grupa 03 – partea a 4-a – terminologie de iluminare tehnologică

B.S. 6923

Calculation of colours differences

ASTM D1925 Test for Yellowness Index of Plastics.**ASTM D2244** Instrumental Evaluation of Color Differences of Opaque Materials.**ASTM D2805** Test for Hiding Power of Paints.**ASTM D 97** Test for 45 -deg Directional Reflectance of Opaque Specimens by Filter Photometry.**ASTM E 313** Test for Indexes of Whiteness and Yellowness of Near -White Opaque Materials.

3. NORMATIVE SI STANDARDE DIN FRANȚA

N.F. X 08 – 000 DEC 1975 EXP.

Dicționar de colorimetrie teoretică și tehnică

N.F. X 08 –001 SEPT 1973 F.D.

Culori noțiuni de bază

N.F. X 08 – 002 APP 1974 EXP.

Colecția redusă de culori, identificare C.C.R. catalog - etaloane secundare

N.F. X 08 – 003 IUN. 1976 ENR

Culori și semnale de securitate

N.F. X 08 – 004 IUL. 1975

Culori de ambianță pentru locurile de muncă

N.F. X 08 – 007 NOV. 1967

Condiții de examinare vizuală a culorilor parametrilor de semnalizare rutieră

N.F. X 08 – 011 DEC 1974

Culori - etaloane de alb de referință
- etaloane primare și secundare

N.F. X 08 – 012 DEC 1974

Culori - metode și aparate de măsurare a caracteristicilor colorimetrice

N.F. X 08 – 013 DEC 1974

Culori – prepararea epruvetelor vopsite

N.F. X 08 – 014 DEC 1974

Culori – intervale și toleranțe colorimetrice, definiții și generalități

N.F. X 08 – 015 DEC 1974

Culori – intervale colorimetrice C.I.E.
- metode de calcul

N.F. X 08 – 016 DEC 1974

Culori - intervale colorimetrice N.B.S.
- metode de calcul

4. NORMATIVE SI STANDARDE GERMANE

DIN 461/73 Coordonate grafice

DIN 5033 Farbmessung.

-
- DIN 6164** DIN-Farbenkarte.
- DIN 6167** Beschreibung der Vergilbung von nahezu weissen oder nahezu farblosen Materialien
- DIN 6171** Aufsichtsfarben für Verkehrszeichen.
- DIN 6174** Farbmetrische Bestimmung von Farbstanden(CIE -LAB von 1976).
- DIN 6175** Farbtoleranzen für Automobillackierungen.
- DIN 53145** Bestimmung des Reflexionsfaktors von Papier und Pappe ,**ISO 2469**
- DIN 53146** Bestimmung der Opazität von Papier.
- DIN 53147** Bestimmung der Transparenz von Papier.
- DIN 53162** Bestimmung des Deckvermögenswertes von lufttrocknenden unbunten Anstrichfarben.
- DIN 53234** Bestimmung der relativen Farbstarke in Weisaufhellungen.
- DIN 53236** Mes -und Auswertebedingungen zur Bestimmung von Farbunterschieden bei Anstrichen ähnlichen Beschichtungen und Kunststoffen.
- DIN 53995** Farbmetrische Charakterisierung von optisch klaren ,gefärbten , Flüssigkeiten.

DICTIONAR DE NUME

AUTORI CU CONTRIBUTII IMPORTANTE IN DOMENIUL STUDIULUI FENOMENELOR CROMATICE

NUME	PRENUME	An de naștere	An de deces	SPECIALITATE	NATIONALITATE	CONTRIBUȚII IMPORTANTE
ADAMS	RUDOLPH	1820	1865	Pictor	german	"Acordeonul culorilor"
ADAMS	RUDOLF	1821	1894	Fiziolog	german	"Cercul cu 18 culori"
AQUILONIUS	FRANCISCU S	1567	1617	fizician iezuit	valon	
ALBERS	JOSEF			pictor si teoretician	american de origine germana	"Omagiu pătratului"
ALBRECHT	JOACHIM					"Farbe ales sprach"
ARISTOTEL		384 î.e.n.	322 î.e.n.	Filosof	grec	"Despre culori"(consideratii despre culori primare ,ordine, amestec, contraste)
ARNHEIM	RUDOLPH	1904		Psiholog	american de origine germană	
ARNOLD	WOLFGANG			Pedagog	german	"Cercul culorilor" 1982
BARROW	ISAAC	1630	1677	Matematician, fizician		
BENZOLD	WILHELM	1847	1907	fizician, meteorolog	german	
BERING	DIMMICK					
BENSON	WILLIAMS					primul "CUB" 1869
BIERSON	GEORGE			Fizician	american	Autor al unei teorii a amestecului substractiv
BILL	MAX	1908		pictor, arhitect, designer	elvețian	face parte din grupul ABSTRACTION CREATION
BIRREN	FABER	1928	1967	Psiholog	american	"Color psychology and color terapy" – 1961 elev al lui Munsell
BLANC		1829				
BOUMA		1971				
BOURGES	ALBERT	1881	1955	fotograf, inventator	american	publica (1918) un sistem de notare si identificare a culorilor in procesul de tipărire; a introdus standardele de utilizare a culorii in artele grafice
BRENT	BERLIN			Antropolog	american	"Basic color terms" - 1964
CARDANO	EROLAUS	1501	1576	Matematician, medic, filozof	italian	formula de rezoluție a ecuației de gr.3; teoria ecuațiilor; a descris modul de suspensie care îi poarta numele
CHARPANTIER	GUSTAVE	1860	1956	Compozitor	francez	"CUB" 1885 ; romanul muzical LOUISE 1900
CHEVREUL	MICHAEL	1786	1889	chimist	francez	"Cercul de culoare" 1839
DA VINCI	LEONARDO	1452	1518	pictor, savant	italian	
DELACROIX	VICTOR EUGENE	1798	1863	pictor romantic	francez	
DEMOCRIT		460 î.e.n.	370 î.e.n.	filozof	grec	
DITERICI		1892		Om de știință	german	Triunghi echilateral

DIONISIE DIN FURNA				pictor	grec	
DELLA PORTA	GIAMBATTISTA	1538	1615	învățător	italian	
DE DOMINUS	ANTONIO	1556	1624	preot	italian	
DORFLES	GILLO	1910		estetician	italian	
DE CISTERNA Y (DU FAY)	CHARLES FRANCOIS	1698	1739	fizician	francez	1737 publica cum se pot produce , cu ajutorul celor 3 culori primare, toate nuanțele culorilor in timpul vopsirii textilelor (se aplica si azi)
EASTLAKE, Sir	CHARLES LOCKE	1793	1865	pictor, teoretician	englez	
EBBINGHAUS	HERMAN	1850	1909	psiholog	german	unul din fondatorii psihologiei experimentale
EINSTEIN	ALBERT	1879	1955	fizician	german	teoria mișcării browniene; teoria cuantica; conceptul de foton; teoria relativității
EMPEPOLLES		495 î.e.n.	435 î.e.n.	filozof	grec	
EVANS	RALPH	1905	1974	autoritate in domeniul culorii		
FARADAY	M.	1791	1831			
FECHNER	GUSTAVE TEODORE	1801	1887	Filosof și savant	german	Fondator împreună cu Weber a psiho-fizicii
FIELD	GEORGE	1846		chimist		
FORSIUS		1611				
FLUDD		1629				
FRIEDLANDER	MAX J.			Istoric de artă	german	A studiat armoniile cromatice
GAUTIER		1747	1810		francez	Studiază culorile primare
GERICKE	LOTHAR			autor contemporan	german	"Farben Atlas" 1973
GERINSEN	FRANS				olandez	"Cercul cu 54 de tonuri" 1975
GOETHE	JOHANN WOLFGANG	1749	1832	poet, savant	german	"Cerc in sase culori egale" 1793
GOODMAN	NELSON	Contemp		Psiholog	american	"Language of Arts" 1968
GRASSMAN	HANS GUNTER	1804	1872	Matematician și lingvist	german	
HARD	ANDRES			cercetător	suedez	conduce fundația Centrul coloristic din Suedia; cercetător la Natural Color System
HASSENFRANTZ	JAN HENRI			Mineralog	german	"Observation sur les ombres colore" – 1782 Contemporan cu Goethe
HARRIS	MOSES	1731	1785	pictor, gravor, entomolog	englez	concepe cercul in imagine continua; "Sistemul natural al culorilor" 1766
HAYER		1826				
HAVEL	MARC	1901		chimist contemporan	francez	lucrarea "Tehnica tabloului" 1974
HELSON	HARRY	Contemp		Psiholog	american	Principiul nivelurilor de adaptare
HENRI	CHARLES					"Cerc cromatic armonic" 1888; lucrări de optica si estetica

HESS	WALTER RUDOLPH	1889		Psiholog	elvețian	A descoperit funcționarea encefalului, Nobel pentru medicină 1936
HERBIN	AUGUSTE	1882	1960	pictor	francez	
HERING		1878				
HERSCHEL	Sir WILLIAM	1738	1822	astronom	britanic de origine germana	descoperă planeta Uranus 1781; fondator al astronomiei stelare; efectele termice ale razelor infraroșii 1800
HERING	EWALD	1834	1918	medic, fiziolog, pedagog	german	"Cercul tonalităților" 1874
HICHETIER	ALFRED	Contemp		autor contemporan	francez	"Le cube de la couleur" 1964
HILER	HILAIRE	Contemp		Om de știință	american	"Numele culorilor" 1946
HELMHOLTZ HERMANN	LUDWIG FERDINAND	1821	1894	fiziolog, fizician	german	"Cercul 18"
HERTZ	HENRICH	1857	1894	Fizician	german	A descoperit undele electromagnetice și legătura între optică și electricitate.
HOCHBERG	JULIAN					
HOFFLER	KARL	1878	1955	pictor expresionist	german	
HOLZER	ADOLF	1853	1934	pictor, pedagog	german	"Cercul cu 12 culori" 1904
HUYGHENS	CHRISTIAN	1629	1695	fizician, astronom, matematician	olandez	a descoperit fenomenul de polarizare a luminii; "Discurs despre lumina" in care dezvolta teoria undei de lumina
HURVICH si JANERSON				psihologi		teoria culorilor antagonice 1955
ITTEN	JOHANNES	1888	1967	pictor, pedagog	elvețian	"Cercul cu 12 culori" ; "Steaua culorilor"
JACOBSON	EGBERT	Contemp		Om de știință	american	"Basic color" 1948
JOHANSON	R.	Contemp		Om de știință	american	A studiat proprietățile culorilor
KANDINSKY	VASILI	1866	1944	pictor	german de origine rusa	
KAY	PAUL	Contemp		Antropolog	american	Basic color terms 1969
KIRCHER	THANASIU	1602	1680			autorul semicercului de culoare 1646
KELLY	LLSWORTH	1923		pictor	american	dezvolta teoria lui Goethe susținând ca "ochiul fabrica imagini colorate pentru a echilibra imaginile lucrurilor văzute anterior impactului senzațiilor"; studiază mecanismele percepției culorilor cu Veronesi, Balloco si Nigro
KLEE	PAUL	1879	1940	pictor, pedagog	german de origine elvețiană	"Canonul tonalităților" 1926
KUPERS	ALFRED	Contemp				Autorul cubului dinamic 1972
KOENING						
KOFFKA	KURT	1886	1941	psiholog	american de origine germana	fondator al GESTALTTEFORIEI alături de Kohler si Wertheimer
KRIS	JOHANNES	1854	1928			1894- teoria vederii pe timp

						de zi și de noapte(explicarea anatomica a fenomenului)
LACONTRE		1890				
LADD	FRANKLIN	1893				4 culori pure: roșu, galben, verde, albastru
LAMBERT	JOHAN HEINRICH	1723	1777	filosof, fizician, matematician	german	
LE BLOND		1667	1741	gravor in alama	german	a inventat amestecul tricrom (RGA); a sesizat ca prin suprapunerea G, R, A se pot obține toate culorile din cercul de culoare
LUCRETIUS	TITUS CARUS	99 î.e.n.	55 î.e.n.	poet filosof	roman	"De rerum natura"
LUSCHER	MAX			psiho-fiziolog contemporan	elvețian	
MARIOTTE		1681				analizează spectrul in 3 culori primare R, G, A
MARZI	DE KRONLAND MARCUS					Predecesorul lui Newton 1648
MATNEI	RUPRECHT	Contemp		Om de știință	german	"Goethes color theory" 1971
MAYER	TOBIAS	1723	1762	matematician	german	s-a ocupat cu organizarea dispunerii culorilor; autorul triumphiului de culoare cu 48 de domenii, care pornește de la cele 3 cul. primare: R, G, A, pe care le amesteca in 13 pași
MAXWELL	JAMES CLARCK	1831	1879	Fizician	englez	
MULER	PAUL HERMANN	1899	1965	Biochimist	elvețian	Coloranți sintetici Premiul Nobel 1948
MUNSELL	ALBERT HENRY	1859	1918	fizician, pictor	american	
NEMECSICS	ANTAL			cercetător al culorii, contemporan	maghiar	autorul sistemelor de culoare SZINOID și COLOROID
NEWTON	ISAAC	1643	1727	matematician, fizician, astronom, filosof	englez	primul "cerc al culorilor" 1705
NICHOL	MAC	Contemp		Psiholog	american	Cercetări asupra celor 3 pigmenți din conuri
OSWALD	WILHELM	1853	1938	fizician, chimist	german	autor al sistemului de culoare care îi poarta numele
PATTILLO	ALLEN	Contemp		Istoric de artă		Teoria percepției culorii în pictură 1973
PAWLIK	JOHANNES					"Theorie der Farbe" 1973
PLANCK	MAX	1858	1947	fizician	german	autor al teoriei cuantelor; schimbul de energie se efectuează in maniera discontinua
PLOCHERE	GU	Contemp		Om de știință	francez	Sistem de culoare 1948
POPE	WILLIAM	1899			englez	
POPE	ARTHUR	Contemp		Om de știință	american	Solid cu 12 culori 1944
PFEIFFER	HENRI			medic, om de	francez	profesor de cromatologie;

				știință contemporan		lucrarea "L'harmonie de la couleur" 1966
PURKINJE	JAN EVANGELISTA	1787	1869	Fiziolog	ceh	
PYTAGORAS		580 î.e.n.	496 î.e.n.	Filosof	grec	
PROTAGORAS		481	411	Filosof	grec	printre primii care s-au ocupat de studiul culorilor
RICHTER	MANFRED	Contem.		Om de știință	german	Amestec aditiv
ROOD	OGADEN	1831	1902	fizician	american	"Corpul culorilor"
ROSCH	1953					
RUNGE	PHILIPP OTTO	1777	1810	pictor	german	"Cercul culorilor" 1806
SCHROPINGER		1887	1960	fizician, matematician	austriac	
SCHIFFER-MULLER		1772				
SCHACHTEL	ERNEST G.	Contemp		Psiholog	american	"On color ad affect" 1943
SCHLOSBERG	HAROLD	Contemp		Psiholog	american	"Experimental psychology" 1954
SCHONE	WOLFGANG	Contemp		Om de știință	german	"Über das licht in malerei" 1954
CHOPENHAUER	ARTHUR	1788	1860	filosof	german	"Cercul cantitativ"
SEGALL	LASAR	1891	1957	pictor abstract, grafician		
SERUSIER	PAUL	1863	1927	pictor simbolist	francez	"Cerc cromatic" 1895
SON	JOHAN	Contemporan.				Dublu con înclinat -1939
SOWERBY		1809				
TELESIO		1507	1586			
TURNER	WILIAM	1775	1851	pictor	englez	"Diagrama culorilor" 1806
ZAHNN	JOHAN	1641	1707	matematician, fizician	german	autorul primului triunghi al culorilor 1684
VAN GOGH	VINCENT	1853	1940	pictor	francez de origine olandeza	
VASARELY	VICTOR	1908		pictor	francez de orig. maghiara	
VERONESE	PAOLO	1528	1588	pictor	italian	
VIBERT	JEHAN GEORGES	1840	1908	pictor, dramaturg	francez	"Scara cromatica liniara" 1891
VICARIO	GIOVANI	Contemp		Psiholog	italian	Formă și culoare
WALER		1656	1689			a încercat sa sistematizeze culoarea
WOLS	WOLFGANG SCHULZE	1913	1951	desenator, pictor, fotograf	german	unul din creatorii picturii informale - 1945; debutează la Bauhaus
WRIGHT	W.D.	Contemp.		Om de știință	englez	Reprezentări grafice primare
WUND	WILHELM	1832	1920	filosof, psiholog	german	fondator al psihologiei experimentale; lucrarea "Elemente ale psihologiei psihologice"
YOUNG	THOMAS	1773	1829	fizician	englez	
ZAHN	JOHANN	1641	1707	matematician, fizician	german	

ATLASE DE CULORI

Nr.	Anul	Denumire	Locul Apariției	Autor	Nr. tonuri
1	1929	Munsell book of color	Munsell Color Co. Baltimore	Munsell	850
2	1933	Oswald Color Aibum	Winsor-Newton, London	Oswald	900
3	1934	Dictionary of Colour Standards	British Color Council, London		240
4	1938	Wilson Colour Charts	British Color Council, London	Wilson	800
5	1938	Historical Color Guide	Helburn, New York		150
6	1946	Swiss Colour Atlas	Edition Chromos, Winterthur	Müller	1090
7	1946	Color and Color Names	Edition Plocheres, Los Angeles	Plochere	1248
8	1947	Atlas de los Colores	Molyn Homes, Buenos Aires	Villalobos	7279
9	1948	Baumanns Farbtonkarte	Aue i Sa., Stuttgart	Baumann	1359
10	1948	Color Harmony Manuaf	Container Corp. of Amer. Chicago	Ostwald	900
11	1949	Dictionary of Colours for Interor Decoration	British Colour Council, London		378
12	1949	I.S.C.C. +NBS	SUA	Munsell	
13	1950	Designer's Colour Guide	E. I. du Pont de Nemours, Wilmington		1600
14	1950	Dictionary of Color	Maerz-Paul, McGraw Hifl, New York ^		7000
15	1952	DIN Farbenkarte	Deutsches Institut fur Normung, Berlin	DIN	240
16	1952	Hesselgren's Cofour Atfas	Palmer, Stockholm	Hesselgren	507
17	1952	Farbenordnung Hicketier	Osterwald, Hannover	Hicketier	999
18	1953	Der Mobile Farbkorper 743	Edition Chromos, Winterthur	Müller	743
19	1955	Colorizer Paint System	F. Birren, Stamford, CT	Colorizer	1342
20	1955	RAL Farbregister 840R	Musterschmidt-Verlag, Göttingen		94
21	1956	Scandinavian Colour Book	Nordisk Textile Unions, Copenhagen		1728
22	1958	Munsell Book of Color	Glossy Edition, Munsell Color Co. Baltimore	Munsell	1500
23	1961	Kornerup - Farver i Farver	PloSitikens Forlag, Copenhagen		1440
24	1962	DIN 6164 Matte Farbmuster	Beuth-Verlag Berlin	DIN	507
25	1962	Swiss Color Atlas 2541	Edition Chromos, Winterthur	Muller	2541
26	1963	Colors for Interiors Historical and Modern	Whintey, New York		248
27	1963	Pantone Color Specifier	Moonachie, New Jersey		563

Atlase de culori

1964	Design Color for Architecture	Japan Color Res. Inst. - Nihon Shikiken Enterprise, Tokio		1000
1970	ICI Colour Atlas	Imp. Chemic. Indust Butterworths, London		1000
1971	JIS Color Code for Investigation	Japan Color Res. Inst, Tokyo		1000
1971	Farau Farbenkarte	PGH Farbe und Raum - Aue + Sa Berlin	TGL	1000
1972	Magyar szmdinamikai szinsor	OMFB, Budapest	Coloroid	1000
1973	Aesthetics of Color in Natural Harmonies	Edition Chromos, Winterthur	Muller	1000
1974	Chart System of Color Names	Japan Color Res. Inst, Tokyo		1000
1974	Manual of Color Names (ISCC-NBS)	Japan Color Res. (nst, Tokyo		1000
1974	Uniform Color Scale Samptes	Opt. Soc. Amer, Washington	OSA	1000
1974	Color Atlas E.A.	Van Hostrand Reinhold, New York	Hickelner	1000
1977	Color Arrangements for Interiors	Japan Cofor Res. Inst, Tokyo		1000
1978	Chroma Cosmos 5000	Japan Color Res. Inst. Tokyo	Munsell	5000
1978	Farbenkatalog fur die Gestaltung	Bauakademie der DDR, Berlin	TGL	652
1978	Acoar Color Codifacation	Akzo coatind, Amstelveen		2021
1978	Color Range Manual	Japan Color Res. Inst. Tokyo		65
1979	Colour Atlas SS 01 91 02	Swedish Standard Inst. Stockholm	NCS	1412
1980	Color Tone Manual	Japan Cofor Res. Inst. - Nihon Shikiken Enterprise, Tokio		400
1981	Chromaton 707	Japan Color Res. Inst. Tokyo		2215
1982	Coloroid szinatlas. E. Minta.	Budapesti Muszaki Egyetem, Budapest	Coloroid	982
1983	DIN 6164 Glanzende Farbnuster	Beuth Veriag, Berlin	DIN	571
1986	Eurocolor Farbenatlas	Schwabenmuster, Gaildorf		1100
1987	Der Grosse Kuppers Farbenatlas	Callwey, Munchen	Kuppers	25000
1988	Coloroid Colour Atfas	Innofinance, Budapes	Coloroid	1647
1989	Standardisering Komm'isionen Atlas des Coloureurs	Sverge SS 01 91 02	S I S Andres	1500
	Anflor	Franta		
	Container Corporation System	SUA	C C A	
	NU-HUE Custom Color System		Martin Sennur	
		Suedia	P.M. Hesselgreen	

Pet re Octochrom System	Belgia		
Glidden Coating and resins		S.C.M.	
Syreeni	Finlanda		
I.C.I. Colour Atlas	Dyestffs Division Imperial Chemical Industries, Manchester, England		

ASOCIAȚII INTERNAȚIONALE CARE SE OCUPĂ DE STUDIUL CULORILOR

1. A.I.C. Asociațione Internationale de la Couleur - ITALIA
2. ASOCIAȚIA JĂPONEZĂ A CULORILOR
 - în 1945 se reorganizează în INSTITUT,
 - 1062 STANDARDURI
 - 1966 publică lucrarea "PRACTICA CULORILOR ÎN SISTEMUL COORDONĂRII"
3. A.F.T.P.V. Association Francaise des Techniciens des Peinture, Vermis, Encres d'imprimerie, Colle et Adhesifs - 5, rue ETX, F-75018 Paris
4. BRITISH STANDARD INSTITUTION
 - publică un catalog de culori folosit în cercetare și industrie: SISTEMUL BRITISH COLOR COUNCIL
5. C. I.E. - Comission Internationale de l'Eclairage
6. INTERNATIONAL COLOUR ACADEMY
 - tel.: (07946)164, fax: (07946) 7594 Brezfield
7. I.S.C.C.-SUA, 1965
 - Consiliul Societății Internaționale a Culorilor în cooperare cu (N.B.S.) Biroul Național de Standarde al SUA publică în 1955 "DICTIONARUL CULORILOR ISCC+NBS"
 - 1965 "LIMBAJUL UN'IVERSAL AL CULORILOR" de KENNETH și KELLZ se bazează pe cercul cu 5 CULORI (R, G, ve, A, vi)
8. OSA Committee on Colorimetry Optical Society of America, New York
9. RAL DEUTSCHES INSTITUT FUR GUTESICHERUNG UND KENNZEICHHUNG e.v
 - Siegburger Strase 39., 53757 Sankt Augustin, tel; 01141/16050
10. SWEDISH STANDARDS INSTITUTION - STOCKHOLM
 - ColourNotation Szstem S.I.S
 - Colour Atlas S.I.S.
 - S.I.S. Standardiseringskommissionen, I Sverige, SS 01 90 02 ediția a doua 1989
 - Atlas des Couleurs
- 11 DR. ANDRERS HARD Skandinavian Colour Institute Riddargatan 17, Box 14038 S-10440 Stockholm, Sweden

PIGMENT

Nr.crt.	Numele culorii	Pigmentii utilizați în România	Compoziția chimică	Anul
1	1.1. ALB DE CRETA (PARIS)		Carbonat de calciu	
2	1.2. ALB DE IPSOS (CHINA)		Sulfat de calciu	
3	1.3. ALB DE PLUMB		Carbonat basic de plumb	ANT
4	1.4. ALB DE ZINC	○	Oxid de zinc	1834
5	1.5. ALB DE TITAN	○	Dioxid de titan	1912
6	1.6. ALB AMESTECAT		Hidrat de aluminiu	
7	1.7. ALB DE BARIU		Precipitat de sulfat de bariu	1900
8	2.1. NEGRU DE FUM	○	Pigment vegetal carbon	
9	2. NEGRU INDIJO		Colorant vegetal	
10	2.3. NEGRU DE MARS		Oxid de fier	
11	2.4. NEGRU IVORIU	○	Negru de os	ANT
12	3.1. AZURIU		Carbonat basic de cupru	
13	3.2. ALBASTRU EGIPTEAN		Sulfat de cupru și calciu	
14	3.3. ALBASTRU ULTRAMARIN		Lacant (natural)	1822
15	3.4. EMAIL		Sticlă de silicat de potasiu și cobalt	
16	3.5. ALBASTRU PRUSIA	○	Ferocianură ferică	1704
17	3.6. ALBASTRU COBALT	○	Alumina de cobalt	1802
18	3.7. ALBASTRU ULTRAMARIN		Sulfat de sodiu și seleniu	1922
19	3.8. ALBASTRU CERULEUM	○	Stanat de cobalt	
20	3.9. ALBASTRU MAGNEZIU	○	Magnezit de bariu	
21	3.10. ALBASTRU MONASTRAL		Phtalocianin de cupru	1935
22	3.11. ALBASTRU INDANTHRONE		Antraquinone	1950
23	3.12. ALBASTRU MANGAN	○	Magnezit de bariu	
24	4.1. VERDE PĂMÂNTU		Hidratat de fier mangan	
25	4.2. VERDE GRIS		Aceta basic de cupru	
26	4.3. MALACHIT		Carbonat basic de cupru	
27	4.4. VERDE SHEELES		Acesit acid de cupru	
28	4.5. VERDE SMARAGD	○	Acetoarsenit de cupru	1838
29	4.6. VERDE COBALT		Zincat de cobalt	
30	4.7. VERDE DE CROM	○	Oxid de carbon opac	1810
31	4.8. VERDE VIRIDIAN		Oxid de hidratat de carbon	
32	4.9. VERDE MONASTRAL		Phtalocianin de cupru	1838
33	4.10. VERDE DE AUR		Galben azo de nichel	1905
34	4.11. VERDE OXID CLAR		Titanat de cobalt	
35	4.12. VERDE VERONESE	○	Acesit de cupru	
36	4.13. VERDE DE CHINA	○	Pigment organic	
37	5.1. GALBEN LITARGA		Monocid de plumb	
38	5.2. GALBEN DE AUR		Sulfat de arsenic	
39	5.3. GALBEN DE PLUMB		Dublu oxid de plumb și staniu	
40	5.4. GALBEN GAMBROOR		Rășină galbenă de cambrac	
41	5.5. GALBEN DE NEAPOLE		Antimonat de plumb	600 sen.
42	5.6. GALBEN DE BARIUM		Cromat de bariu	
43	5.7. GALBEN DE STRONTIU		Cromat de stronțiu	1836
44	5.8. GALBEN DE CROM	○	Cromat de plumb	1809
45	5.9. GALBEN DE CADMIU	○	Sulfat de cadmiu	1817
46	5.10. GALBEN DE ZINC		Cromat de zinc	1847
47	5.11. GALBEN DE COBALT		Tricobalt de potasiu	1848
48	5.12. GALBEN CITROM DE CROM		Cromat de plumb	1809
49	5.13. GALBEN DE TITAN		Titanat de nichel	
50	5.14. GALBEN DE MANSĂ		Arylamide galbenă	1911
51	5.15. GALBEN DIARYLIDE		Diarylide azo	
52	5.16. GALBEN INDOLINONE		Indolinone	
53	5.17. GALBEN FLAVANTHRANONE		Flavanthrone	1901
54	5.18. GALBEN CHROMOPHTAL		Chromophthal azo	
55	6.1. CINABRU PERMANENT		Sulfat natural de mercur	
56	6.2. VERMILLON	○	Sulfat de mercur	
57	6.3. ROSU DE PLUMB		Tetraoxid de plumb	
58	6.4. REALGAR		Sulfur de arsenic	
59	6.5. LAC GARANTA		Alizarin	1868
60	6.6. LAC KERMES		Acid Keramic	
61	6.7. DRAGON SÂNGERIU		Rășină roșă baciis	
62	6.8. LAC ECARLAT		Acid lacloso de tohidrină	
63	6.9. ROSU DE COSENTIL A (carmin)		Carmin acid carminic	
64	6.10. ROSU DE CROM		Cromat basic de plumb	
65	6.11. ROSU DE ALIZARINA		Dihydroxizantrocianone	
66	6.12. ROSU DE CADMIU	○	Sulfoni Oxizantrocione	1907
67	6.13. ROSU PERMANENT	○	amoni de cadmiu	
68	6.14. ROSU PERMANENT		Cromosin F,RH	
69	6.15. ROSU PERMANENT		P.G.R.	
70	6.16. ROSU CHROMOPHTAL		Chromophthal BRN azo	
71	6.17. ROSU ECARLAT		Ecarlat azo	
72	6.18. ROSU ANTHRANTHRONEBROMINE		Anthranol Rosa Bromin	1913
73	6.19. ROSU NAPHTHOL CARBAMIDE		Naphtholcarbamide	1921
74	6.20. ROSU ANTRAQUINONE		Antraquinonă organic	
75	6.21. ROSU NAPHTOL		Naphthol	
76	6.22. ROSU GERANIU		Pigment organic	
77	6.23. ROSU CARMIN		Pigment organic	
78	6.24. VIOLET DE GARANTA		Lac garat	
79	7.1. VIOLET DE COBALT	○	Fosfat de cobalt	1860
80	7.2. VIOLET DE MANGAN	○	Fosfat de amoniu și mangan	1868
81	7.3. VIOLET ULTRAMARIN		Diazoniul albastru ultramarin	
82	7.4. VIOLET DE MAGNEZIU			
83	7.5. VIOLET MAGENTA		Quinacridone permanent	
84	7.6. VIOLET CARBAZIDE		Dioxazine	
85	8.1. OCRO GALBEN	○	Oxid de fier	
86	8.2. SIENNA NATURALA	○	Oxid de fier	
87	8.3. SIENNA ARSĂ	○	Oxid de fier	
88	8.4. UMBRA NATURALA	○	Oxid de fier și magneziu	
89	8.5. UMBRA ARSĂ	○	Oxid de fier și magneziu	
90	8.6. OXID ROSU DE FIER	○	Oxid de fier	
91	8.7. ROSU CLAR INDIAN	○	Oxid de fier	
92	8.8. ROSU VENETIAN	○	Oxid de fier	
93	8.9. ROSU ENGLEZ	○	Oxid de fier	
94	8.10. OCRO ALIU	○	Oxid de fier	

STURĂ ȘI EVOLUȚIA

ERIOADA		S I O R I C Ă					IMPRISIONISM, MODERN		
EV	MEDIA	1800	1800	1500	1600	1700	1800	1900	2000
			RENAȘTERE		BAROC		NEOCLASIC		
									ANT
									1824
									1872
									1900
									ANT
									1822
									1904
									1902
									1922
									1935
									1950
									1838
									1810
									1834
									1905
									ANT
									1804
									1809
									1817
									1877
									1878
									1808
									1911
									1901
									1878
									1907
									1812
									1921
									1860
									1968
									29
									29
									28
									31
									31
									30
									52
									34

