va ajuta, de asemenea, documentele să supravieţuiască. Este practic imposibil să fie interzis total accesul la documentele originale. Odată cu progresele tehnologiei, sistemele de înregistrare, mai precis suporturile şi materialul de înregistrat şi de lectură indispensabil, au devenit din ce în ce mai perfecţionate. În cazul multor suporturi mai noi, problema cea mai gravă este aceea că nu se ştie dacă vom dispune sau nu în viitor de un material de substituţie mai rezistent.

Situaţia este agravată prin obsolescenţa softurilor specializate şi a sistemelor de exploatare. Pentru a prelungi, cât mai mult timp posibil, durata de viaţă a polimerilor purtători de informaţii, trebuie stabilizat microclimatul. Esenţial este să se menţină o temperatură şi un nivel higrometric stabil, variaţiile importante ale acestor parametri accelerând procesul de degradare[40].

O temperatură ridicată accelerează degradarea, o temperatură mai scăzută o încetineşte. De asemenea, un nivel higrometric ridicat în depozite favorizează hidroliza şi, în cazul în care se înregistrează peste 60% umiditate relativă (UR), se vor dezvolta mucegaiurile. Se cunoaşte faptul că numeroşi polimeri este indicat să fie păstraţi la temperatură scăzută, se ştie însă mai puţin că este important să fie supravegheat şi nivelul higrometric. Problema este că, dacă este relativ simplu să se menţină o temperatură constantă în depozite, este mai dificil şi mai costisitor să se acţioneze asupra nivelului higrometric.

2.1.3 FACTORII DE DETERIORARE A DOCUMENTELOR ŞI MODALITĂŢI DE PREVENIRE A DETERIORĂRILOR

2.1.3.1 Factorii de deteriorare a documentelor

Studiile întreprinse pentru determinarea factorilor care pot interveni în procesele de degradare a suporturilor informaţionale au dovedit că - indiferent de materialele din care sunt compuse documentele - trebuie avuţi în vedere în acest sens toţi factorii importanţi întâlniţi în general în procesele de deteriorare.

Este esenţial, totuşi, să remarcăm două aspecte specifice în cadrul acestor procese:

- fiecare material reacţionează într-un anumit fel sub influenţa unor factori ce vor fi menţionaţi;
- anumite materiale posedă, ele însele, factori interni de deteriorare, situaţie în care se află şi suportul hârtie.

Este unanim acceptat faptul că există două categorii de factori de deteriorare a hârtiei:

- factorii interni, legaţi de proprietăţile hârtiei şi de îmbătrânirea sa naturală, în relaţie cu alte componente ale acesteia şi cu procedeele de fabricare;
- factorii externi şi influenţa lor specifică în deteriorarea hârtiei.

A. *Acţiunea factorilor interni de degradare asupra documentelor pe suport hârtie*

Aceşti factori endogeni provoacă degradarea celulozei, orice modificare a structurii chimice sau a dispunerii spaţiale a moleculelor de celuloză având drept consecinţă schimbări importante şi imediat vizibile. Procesele de deteriorare care se petrec la început în partea amorfă a fibrei - în principal oxidarea, hidroliza precum şi formarea unui reticul - pot coexista şi interacţiona[41]. Măsurarea ulterioară a acidităţii hârtiei ne dă o indicaţie importantă cu privire la procesul de deteriorare suferit de aceasta. Aciditatea este cauzată de prezenţa ionilor de hidrogen care există sub o formă hidratată. Măsurarea acidităţii se face pe o scală de pH, pH-ul exprimând concentraţia de ioni acizi în apă. La fiecare unitate de pH, aciditatea sau alcalinitatea creşte sau se diminuează de 10 ori. De exemplu, pH-ul 7 corespunde punctului de neutralitate şi este pH-ul apei pure, iar un pH inferior lui 7 indică o soluţie acidă, un pH superior lui 7 indicând o soluţie alcalină.

„În privinţa hârtiei, pH-ul poate varia între o aciditate accentuată şi o uşoară alcalinitate. O hârtie de proastă calitate şi puternic degradată poate avea un pH clar acid între 3 – 4"[42].

Acizii rezultaţi din oxidarea celulozei înlesnesc un alt proces de deteriorare - hidroliza -, care este o reacţie caracterizată prin ruperea unei legături chimice prin acţiunea sau în prezenţa apei. Ruperea lanţului carbonic provoacă o scădere a gradului de polimerizare, astfel hârtia îşi pierde întreaga rezistenţă. În cursul proceselor de oxidare şi de hidroliză, au loc şi reacţii care provoacă îngălbenirea hârtiei, ea însăşi semn al deteriorării. Substanţele rezultate în urma oxidării şi a hidrolizei reacţionează între ele pentru a forma noi legături. Structura lanţurilor moleculare este modificată: lanţul se rupe şi se formează noi legături. Acest fenomen este numit reticulaţie. Hârtia a cărei celuloză a suferit o reticulaţie devine rigidă şi casantă.

Procesul de alterare a celulozei este inevitabil, fiind o caracteristică a îmbătrânirii naturale. Îmbătrânirea poate fi accelerată sau întârziată în funcţie de influenţele interne şi externe.

Alţi factori interni care favorizează degradarea hârtiei sunt:

- compoziţia hârtiei ;
- metodele de producere.

Prezenţa hemicelulozei şi a ligninei în hârtie îi creşte reactivitatea şi provoacă o foarte puternică accelerare a reacţiilor de oxidare, de hidroliză şi de formare a unui reticul. Lignina creşte sensibilitatea hârtiei la lumină şi, în special, la radiaţiile ultraviolete (UV), care provoacă o coloraţie galben maronie şi determină o diminuare a rezistenţei mecanice a hârtiei.

Adezivii pe bază de colofoniu şi de alaun conferă hârtiei un caracter acid.

Materialele de umplere introduse în hârtie pot fi fie favorabile conservării dacă sunt alcaline, carbonaţi de calciu şi de magneziu, fie defavorabile, dacă sunt acide, ghips, sulfat de bariu (barit), alaun[43].

Calitatea apei utilizate pentru fabricarea pastei de hârtie influenţează durabilitatea acesteia, mai ales din cauza metalelor pe care le poate conţine. Fierul şi cuprul, spre exemplu, favorizează deteriorările şi contribuie la accelerarea lor.

Tipurile de hârtie fabricate în trecut şi hârtia artizanală sunt supuse în mod deosebit unor astfel de probleme în comparaţie cu tipurile de hârtie de fabricaţie recentă, deoarece calitatea celor din urmă este controlată în mod riguros. Prezenţa aditivilor dăunători în compoziţia hârtiei de producţie industrială poate şi ea să accelereze reacţiile de deteriorare, nefiind, însă, deocamdată cunoscută influenţa tuturor acestor aditivi. „Gradul de polimerizare a celulozei este influenţat de procedeele de fabricare şi de tratamentele la care trebuie supusă celuloza, acesta influenţând rezistenţa mecanică a hârtiei rezultate"[44].

Un alt aspect important este acela că, spre deosebire de celuloza provenită din fibre textile, celuloza din lemn trebuie să suporte tratamente mai agresive pentru a putea fi îndepărtate materialele încrustante existente în pasta lemnoasă. Printre metodele agresive se pot menţiona în mod deosebit: metodele de producere a pastelor chimice de celuloză, procedeele de înălbire şi tehnologia de rafinare a pastelor lemnoase. Din această cauză, tipurile de hârtie pe bază de celuloză de lemn îmbătrânesc mai repede şi cu efecte mai vizibile decât cele fabricate din fibre textile. Îmbătrânirea materialelor din care sunt realizate documentele reprezintă un fenomen natural, inevitabil şi ireversibil. Cu toate acestea, condiţiile de depozitare, de conservare şi de utilizare ale documentelor sunt determinante pentru durata lor de viaţă şi ritmul de degradare a acestora. Spre exemplu, un ziar uitat câteva ore la soare se îngălbeneşte rapid, acelaşi ziar păstrat în condiţii corespunzătoare nu se va degrada decât doar după câţiva ani[45].

B. *Acţiunea factorilor externi de degradare asupra documentelor pe suport hârtie*

Un anumit număr de factori externi participă, deci, la degradarea documentelor, indiferent de suportul acestora.

Factorii externi de degradare a documentelor sunt:

- factorii climatici (temperatură şi umiditate);
- lumina;
- poluarea atmosferică;
- factorii biologici;
- factorii umani;
- catastrofele.

Factorii climatici - temperatura şi umiditatea relativă a aerului - joacă un rol determinant, deoarece ei au o acţiune directă asupra deteriorării hârtiei şi au repercusiuni asupra tuturor celorlalte mecanisme de degradare. Lumina şi poluarea atmosferică influenţează în aceeaşi măsură, adesea în combinaţie cu factorii climatici.

Numeroase microorganisme şi insecte atacă hârtia, atunci când sunt create condiţiile propice dezvoltării lor. Una din degradările foarte răspândite ale hârtiei - foxingul sau hârtia cu pete fine - este în prezent atribuită microorganismelor, deşi acest fapt nu a fost în întregime demonstrat[46].

În sfârşit, în cazul hârtiei care se foloseşte ca suport de scriere, calitatea cernelurilor poate avea o influenţă defavorabilă asupra conservării acestui suport.

a. *Factorii climatici*

Umiditatea este un factor esenţial de deteriorare a documentelor, dar, întrucât acţiunea sa variază odată cu temperatura, interdependenţa lor impune o abordare simultană a influenţei acestora.

Temperatura joacă un rol important în declanşarea şi viteza reacţiilor chimice: cu cât este mai ridicată, cu atât reacţiile sunt mai rapide. Teoretic, ar fi de dorit o temperatură cât mai joasă pentru conservarea documentelor. În practică, umiditatea aerului fiind mai dificil de controlat la temperatură joasă, se recomandă de la 16°C până la 18°C pentru depozitele bibliotecilor sau în jur de 22°C pentru sălile de lectură. Normele internaţionale prevăd o temperatură de 18°C cu o variaţie posibilă de 1°C în plus sau în minus. „Esenţial este să fie prevăzută o diferenţă de temperatură destul de mică între depozite şi sălile de lectură, deoarece şocurile termice sunt foarte dăunătoare documentelor"[47]. Problema este deosebit de gravă în ţările tropicale şi ecuatoriale - mai nou, în ultimii ani şi la noi în ţară, în perioada de vară - în care o temperatură de 22°C

în sălile de lectură care au climatizare este resimţită ca foarte rece de către om în comparaţie cu temperatura exterioară. Într-o astfel de situaţie putem, deci, păstra documentele la o temperatură puţin mai ridicată de 22°C, dar menţinând în acest caz, într-un mod foarte ferm, nivelul higrometric la un prag acceptabil.

Umiditatea relativă a aerului (UR) este factorul cel mai important pentru păstrarea documentelor, deoarece ea deţine un rol decisiv în majoritatea proceselor de degradare. În general, mediul ambiant nu este foarte uscat, el absoarbe o anumită cantitate de vapori de apă, care variază mult în funcţie de temperatura sa. Se pot face următoarele constatări: cu cât aerul este mai cald, cu atât capacitatea sa de a reţine vaporii de apă este mai mare şi invers, cu cât aerul se răceşte, cu atât capacitatea sa de a reţine apa scade.

Se impune, în mod categoric, ca influenţa umidităţii relative (UR) asupra conservării documentelor să nu fie neglijată. „Pentru o bună conservare a documentelor de bibliotecă tradiţionale pe suport hârtie, se consideră că umiditatea relativă trebuie să fie menţinută constantă la nivelul de 50%, cu o variaţie acceptabilă de ±5%"[48].

Degradările produse printr-o reglare defectuoasă a UR pot fi multiple:

- „o uscăciune excesivă, adică UR sub 40%, fapt ce provoacă evaporarea moleculelor de apă legate prin punţile de hidrogen care se găsesc în fibrele materialelor, mai ales la hârtie; aceasta îşi pierde astfel supleţea şi devine friabilă;
- cel mai adesea ne confruntăm însă cu excesul de umiditate care poate provoca daune importante: la peste 60%, 65% UR, pot fi vizibile următoarele deteriorări: accelerarea reacţiilor chimice de degradare, germinarea sporilor de microorganisme şi crearea de condiţii favorabile dezvoltării şi supravieţuirii insectelor, migrarea substanţelor rezultate din reacţia de deteriorare a hârtiei, formarea de ioni metalici provenind din cerneluri şi pigmenţi, acţiunea poluanţilor atmosferici care extind suprafaţa deteriorată, deformarea prin umflare, în special, a obiectelor compozite cum sunt legăturile, mai ales dacă umiditatea creşte cu rapiditate"[49].

Aşadar, trebuie luat în considerare în permanenţă şi faptul că numeroase documente sunt compozite şi pot fi alcătuite - în plus faţă de hârtie şi pergament - şi din materiale cu caracteristici fizice şi chimice foarte diferite: piele, metale şi lemn pentru legături; adezivi; cerneluri; ceară pentru sigilii şi peceţi; materiale textile.

În oricare din situaţii, calitatea principală care prezintă interes pentru această problemă este capacitatea lor de a absorbi sau de a ceda apa fără a provoca daune materiale importante.

Orice variaţie a UR provoacă fenomene mecanice: o creştere a umidităţii provoacă o dilatare a materialelor, o diminuare a umidităţii provoacă o

contracţie. Posibilităţile de dilatare sau strângere nefiind identice pentru toate materialele, atât în privinţa amplorii cât şi a rapidităţii; aceste fenomene pot provoca deformări în cazul documentelor compozite, legate în piele sau în pergament, de aceea şi variaţiile bruşte ale temperaturii şi UR sunt în mod special factori de degradare a documentelor.

Aflată în interrelaţie cu temperatura, umiditatea relativă (UR) deţine un rol decisiv în majoritatea proceselor de degradare. Atunci când umiditatea creşte rapid, documentele se deformează prin umflare, mai ales când este vorba de documente compozite.

Una din caracteristicile colecţiilor de bibliotecă - în principal constituite din materiale organice ca hârtia, pergamentul, pielea (legătura cărţilor), suporturile fotografice şi magnetice - care generează degradări serioase, este cauzată de natura higroscopică a tuturor acestor materiale ce absorb şi elimină umiditatea. Astfel, când nivelul umidităţii relative (UR) creşte, umiditatea conţinută în materiale creşte şi ele au tendinţa de a se dilata. În caz contrar, când umiditatea relativă scade, materialele organice îşi pierd o parte din umiditate şi au tendinţa de a se contracta.

Lumina

Dintre toţi factorii externi de deteriorare, lumina este cea care provoacă degradările cele mai înşelătoare şi ireversibile. Expunerea la lumină a documentelor declanşează o serie complexă de reacţii fotochimice, ajungând până la modificarea moleculelor de celuloză sau la ştergerea pigmenţilor. Viteza mai mare sau mai mică a acestei deteriorări este în legătură directă cu: temperatura şi UR a mediului, natura şi intensitatea luminii. Este foarte important să putem măsura cantitatea de radiaţii primită de un obiect, deoarece aceasta reprezintă un factor decisiv pentru conservarea sa.

Lumina albă este compusă din diferite culori care pot fi reduse la trei culori primare: albastru, verde, roşu. Aceste trei culori se pot găsi în proporţii variabile în compoziţia luminii, în primul rând din pricina atmosferei: praful în suspensie; ceaţa, care poate absorbi lungimile de unde scurte corespunzând culorilor albastru şi verde şi foarte multe lungimi de undă lungi (galben, portocaliu şi roşu)[50].

Lumina vizibilă nu reprezintă decât o parte a spectrului de radiaţii electromagnetice solare. Spectrul luminii vizibile se extinde de la $\lambda = 400$ - 780 nm. Radiaţiile emise de soare şi de sursele luminoase curente acoperă o bandă mai largă decât cea a luminii vizibile, care cuprinde razele ultraviolete (UV) şi infraroşii (IR). Nanometrul reprezintă unitatea de măsură folosită în mod curent pentru radiaţia vizibilă[51].

Energia radiaţiei creşte cu frecvenţa, deci cu scăderea lungimii de undă. La cantităţi egale, lumina roşie are mai puţină energie decât o lumină albastră sau violetă. Radiaţiile infraroşii (IR) au mai puţină energie decât radiaţiile ultraviolete (UV). Radiaţia UV este deci periculoasă, din cauza energiei sale ridicate. Mai mult, ea nu este percepută de simţurile noastre. Sursele de lumină oferă o repartizare foarte diferită a radiaţiilor lor caracteristice în domeniul UV vizibil şi IR, care este importantă pentru conservarea documentelor, având, în anumite situaţii, un impact negativ asupra ei.

Sursele luminoase sunt fie de origine naturală, fie de origine artificială. În ambele cazuri, ele pot fi calde sau reci. Lumina produsă de sursele calde, care emite un spectru continuu, este datorată diverselor mecanisme de excitaţie: termică (lampa cu incandescenţă), chimică (combustie), nucleară (soare, stele).

Influenţa luminii asupra conservării

Lumina poate declanşa sau accelera reacţii chimice de degradare ale tuturor materialelor organice; materialele anorganice ca sticla şi metalul fiind mult mai puţin sensibile. Radiaţiile UV cu frecvenţele cele mai scurte au energia mai mare şi sunt mai penetrante. Nocivitatea luminii vizibile şi a radiaţiilor UV şi IR este tributară calităţii spectrului şi cantităţii totale de radiaţie primită de obiect. O comparaţie între diferitele surse de lumină ne arată că nocivitatea lor este inegală.

Acţiunea luminii poate determina fie direct fotoliza, fie, în combinaţie cu alte substanţe precum oxigenul din aer, foto-oxidarea. Trebuie să se ţină seama de faptul că intensitatea radiaţiilor este, de asemenea, determinantă. Astfel, o importantă cantitate dintr-o radiaţie puţin dăunătoare (prin lungimea sa de undă) poate provoca totuşi deteriorări.

Acţiunea luminii este şi mai dăunătoare când este exercitată într-o atmosferă cu umiditate relativă crescută, în prezenţa impurităţilor care catalizează reacţiile de degradare sau a poluanţilor atmosferici a căror acţiune se combină cu cea a luminii. În acelaşi timp, trebuie luat în considerare faptul că, adesea, o cantitate excesivă de lumină provoacă încălzirea obiectului, cu accelerarea sensibilă a deteriorărilor chimice. Aşadar, orice sursă de lumină deteriorează documentele fie că este vorba de radiaţiile invizibile – ultraviolete (UV) şi infraroşii (IR) - sau vizibile. Aceasta decolorează documentele, le îngălbeneşte şi le afectează materialul, slăbind structura lui.

Radiaţiile ultraviolete (UV) (300 – 400 nm) sunt mai nocive pentru documente deoarece lungimile de undă mai scurte degajă o energie de activare superioară şi provoacă o deteriorare fotochimică accentuată. Razele

soarelui şi lumina provenită de la lămpile fluorescente constituie cele două surse principale de raze ultraviolete (UV).

Lumina vizibilă (400 – 760 nm) şi radiaţiile infraroşii (IR) cu valori de peste 760 nm provoacă şi ele deteriorări, dar într-o mai mică măsură.

Radiaţia infraroşie (IR) produsă de soare şi lumina incandescentă provoacă aceleaşi probleme deoarece degajă căldura susceptibilă de crearea microclimatului în care temperatura este mai ridicată şi umiditatea relativă (UR) mai scăzută. În aceste condiţii se produce deshidratarea şi uscarea documentelor.

Trebuie să se reamintească faptul că orice formă de radiaţie este nocivă şi că toate expunerile la lumină determină efecte cumulative. Intensitatea luminii se exprimă în lucşi. Unităţile lux slujesc la cuantificarea nivelului global de iluminat.

Cantitatea de radiaţii UV se măsoară în microwatt / lumen şi arată cantitatea de raze UV emise de o sursă luminoasă.

Sensibilitatea hârtiei diferă vizibil în funcţie de compoziţia sa:

- tipurile de hârtie conţinând pastă mecanică de lemn, cum ar fi hârtia de ziar, sunt foarte sensibile şi reacţionează foarte rapid la radiaţiile de lungimi de undă inferioare, de aproximativ 500 nm, din cauza unei absorbţii specifice a ligninei;
- tipurile de hârtie din fibre textile au sensibilitate redusă, fiind mai rezistente într-un mediu nefavorabil, bogat în radiaţii ultraviolete (UV)[52].

Degradarea indusă de lumină se manifestă prin îngălbenirea hârtiei, dovadă a formării de grupe cromofore aflate în strânsă legătură cu reacţiile de oxidare şi de hidroliză. Această îngălbenire este însoţită de o uşoară pierdere a flexibilităţii şi a rezistenţei. S-a constatat că, cu cât lungimea de undă a luminii este mai scurtă, cu atât îngălbenirea este mai pregnantă.

Razele ultraviolete (UV) sunt, aşadar, deosebit de nocive.

Poluarea atmosferică

Aerul pe care îl respirăm este în principal compus din vapori de apă - a căror cantitate depinde de temperatură - şi din aer uscat - care conţine în proporţie aproape constantă azot, oxigen şi o cantitate foarte mică de alte gaze (argon, gaz carbonic, hidrogen, neon, heliu, cripton şi xenon).

Sursele de poluare a aerului sunt multiple: traficul rutier, transporturile aeriene sau maritime, producerea energiei, industriile, agricultura, vulcanii etc., precum şi combinaţia şi interacţiunea unor cicluri naturale şi a unor activităţi umane care aduc în atmosferă alte substanţe.

Mecanismele şi interacţiunile fotochimice ale poluanţilor atmosferici sunt foarte complexe. O parte din reacţii au loc la altitudini înalte unde

poluanţii sunt transportaţi de vânt şi unde sunt supuşi unei radiaţii ultraviolete (UV) foarte intense. Ei se lasă apoi la sol sub formă de particule sau de ploi acide[53].

Particulele mecanice (Praful)

Praful atmosferic este constituit din particule solide în suspensie, compoziţia acestuia fiind foarte variată. Astfel, se pot distinge: componente anorganice, precum nisipul, sarea, argila, carbonaţi, metale etc. şi componente organice, precum fragmente vegetale, fibre textile, polen, seminţe, spori, făinuri, carbon, cenuşi etc. Dimensiunile particulelor care compun praful variază între 0,5 şi 1000 μm. Particulele cele mai fine, adesea numite fumuri, pot fi de origine naturală (vulcanică) şi antropică, adică generate de activităţile umane (combustia industrială sau de încălzire, incinerarea deşeurilor, vehicule). Cu ochiul liber, nu sunt vizibile decât particulele de dimensiuni mai mari de 20 – 30 μg, acestea sunt, de exemplu, particulele de praf pe care le vedem „dansând într-o rază de soare". Ele nu reprezintă, totuşi, decât un procent nesemnificativ care se găseşte în mod real în aer. Un procent însemnat de particule provin din activitatea industrială precum extracţia de minerale, fabricile de ciment, metalurgie, aşa încât concentraţia de particule de praf variază substanţial în funcţie de loc şi de mediul înconjurător.

În aer se găsesc, în aceeaşi măsură, şi numeroase microorganisme care au o greutate şi o densitate foarte mică, putând pluti în aer. Această populaţie microscopică din aer cuprinde: viruşi, bacterii, ciuperci, alge, spori şi protozoare. „Ciupercile microscopice se prezintă sub formă de spori. Concentraţia lor variază între 100 – 5000 într-un m3 de aer cu concentraţii mari în oraşe, în special în interiorul zonelor locuite"[54]. Anumite pulberi absorb umiditatea aerului şi pot deveni suporturi pentru dezvoltarea microorganismelor. Pulberile pot, de asemenea, să fixeze şi să transporte poluanţii atmosferici.

Substanţe poluante gazoase

Combustia hidrocarburilor şi activităţile industriale produc substanţe care, într-un ciclu foarte complex, pot degrada numeroase materiale, mai ales pe cele care intră în componenţa documentelor de bibliotecă.

Se poate considera că poluanţii cei mai periculoşi pentru documentele de bibliotecă şi arhivă sunt dioxidul de sulf (SO_2), oxizii de azot (NO), ozonul (O).

Alţi poluanţi intervin în aceeaşi măsură în mod direct sau indirect, în special compuşii organici volatili.

Măsurarea concentraţiei substanţelor poluante se face fie în $\mu g/m^3$, fie în ppm (părţi per milion), uneori chiar în ppb (părţi per bilion).

Dioxidul de sulf (SO), numit şi anhidridă sulfuroasă, provine în special din arderea combustibililor fosili care conţin sulf. Unele procese industriale emit şi ele oxizi de sulf (producerea pastei de hârtie, rafinarea petrolului etc.). Chiar şi natura produce emisii sulfuroase prin erupţiile vulcanice. În prezenţa umidităţii şi a luminii se formează acidul sulfuric care contribuie la fenomenul ploilor acide. Nivelul SO conţinut în mod natural în aer este de 1 – 5 $\mu g/m^3$, în zonele poluate el poate atinge până la 500 $\mu g/m^3$.

Luând în calcul evoluţia tehnologiilor, concentraţiile substanţelor poluante din mediul înconjurător tind să se diminueze considerabil în ţările care au adoptat o politică antipoluare.

Aerul poluat poate conţine două tipuri de oxizi de azot: monoxidul de azot şi dioxidul de azot. Oxizii de azot sunt emişi în principal sub formă de monoxid.

Monoxidul de azot poate fi emis atât de surse naturale cât şi de surse de origine umană. Astfel, se pot distinge[55]:

- sursele naturale: monoxidul de azot este emis în cantitate mare de numeroase procese biologice, în special prin activitatea bacteriană din sol, fiind produs şi de fulgere în timpul furtunilor precum şi de erupţiile vulcanice;
- sursele de origine umană care emit monoxidul de azot şi care pot fi: sursele de căldură industriale sau casnice, anumite procese industriale, producerea de acid azotic, fabricarea îngrăşămintelor, fermentaţia biomasei, circulaţia rutieră şi aeriană până la 70%.

Reziduurile de oxizi de azot sunt în creştere din cauza îmbătrânirii parcului de automobile şi ca urmare a intensificării traficului. Această creştere anihilează eforturile făcute pentru diminuarea emisiilor de oxizi de azot din sursele industriale. Pe de altă parte, sursele naturale produc la nivel mondial echivalentul a 25% din emisiile de NO de origine industrială. Cercetătorii au constatat că oxizii de azot intervin în procesele fotochimice de formare a ozonului în atmosfera de mică altitudine. Nivelul natural al NO este de 1 – 2 $\mu g/m^3$ şi se măsoară concentraţii până la 1500 $\mu g/m^3$.

Substanţele poluante organice volatile sunt multiple: hidrocarburi emise prin evaporarea din depozitele de stocare petroliere sau în timpul alimentării rezervoarelor, compuşi organici provenind din procese industriale sau din combustia incompletă a combustibililor, solvenţi emişi în timpul aplicării vopselurilor, cernelurilor, curăţării suprafeţelor metalice şi a hainelor, compuşi organici emişi în agricultură şi pe cale naturală.

Un alt gaz poluant este ozonul. În atmosferă, ozonul ne protejează în mod natural de razele ultraviolete (UV) ale soarelui, de aceea alterarea acestui strat de ozon, care are legătură cu numeroase activităţi umane, îi neliniştеşte pe oamenii de ştiinţă. El poate fi emis şi de către aparatele care produc puternice încărcări electrostatice precum fotocopiatoarele, anumite filtre electrostatice pentru praf, dar şi de liniile de înaltă tensiune. Concentraţiile de ozon în aer au crescut în ultimii ani în zonele urbane, mai ales când condiţiile climatice s-au dovedit propice: perioade caniculare, cu stagnări de aer (vânt slab). „În prezenţa resturilor de hidrocarburi nearse, ozonul, printr-o succesiune de reacţii chimice foarte complexe, generează alţi compuşi oxidanţi (peroxid de hidrogen, aldehide, peroxiacetil nitrat). Studii specializate relevă faptul că nivelul natural de ozon este de 20 – 60 μg/m^3, iar în zonele poluate se măsoară până la 500 μg/m^3"[56].

Influenţa poluării asupra conservării documentelor

Toţi poluanţii menţionaţi reprezintă reactivi chimici foarte puternici care pot provoca reacţii de deteriorare sau intervin, accelerându-le, în reacţii aflate deja în desfăşurare. O temperatură ridicată, o umiditate crescută a aerului şi o mare cantitate de lumină favorizează acţiunea puternic distructivă a poluanţilor din aer. Acizii care se formează sunt foarte dăunători pentru stabilitatea chimică a materialelor, mai ales a hârtiei. SO sau anhidrida sulfuroasă se transformă la suprafaţa materialelor în acid sulfuric. Această reacţie este facilitată prin prezenţa particulelor de fier sau de cupru, printr-o umiditate crescută ((UR) mai mare de 65%) şi prin lumină. Combinaţia acestor factori conduce la o deteriorare mult mai rapidă a documentelor. Acţiunea oxizilor de azot şi a acidului azotic este similară celei a compuşilor de sulf, dar caracterul volatil al acidului azotic face ca acţiunea să devină mai superficială.

Concentraţiile ridicate ale poluanţilor atmosferici provoacă deteriorări vizibile ale obiectelor în mai puţin de zece ani. Din cauza dispersiei poluanţilor atmosferici, aceştia au un impact negativ asupra mediului în aceeaşi măsură şi la mari distanţe de locul lor de producere.

Ozonul şi poluanţii atmosferici exercită o acţiune oxidantă care duce la hidroliză. Acizii care se formează sunt foarte periculoşi pentru stabilitatea chimică a hârtiei, prezenţa acidului catalizând hidroliza celulozei. Hârtia îşi pierde foarte rapid supleţea şi devine fragilă[57].

Tipurile de hârtie ce au în compoziţia lor lignină, ca de exemplu hârtia de ziar – sunt în mod deosebit sensibile, deoarece fiind deja acide se confruntă cu o puternică alterare endogenă.

Acţiunea unor poluanţi acizi şi acidificarea cauzată de factorii interni ai hârtiei provoacă o repartizare diferită a acidităţii pe paginile documentelor. Măsurarea pH-ului arată că un document atacat de poluarea aerului este mult mai deteriorat pe extremităţile paginilor decât în centrul acestora, iar când există o alterare endogenă, ea se dezvoltă, în principiu, într-un mod mai uniform pe întreaga suprafaţă a paginii.

Factorii de deteriorare se pot combina: o temperatură ridicată, un nivel ridicat de umiditate a aerului şi o mare cantitate de lumină favorizează puternic acţiunea distructivă a unor poluanţi. Anumite elemente nocive sub formă de gaz sau de particule în suspensie în aer pot constitui un pericol pentru documentele din biblioteci şi arhive. Astfel, bioxidul de sulf, bioxidul de azot şi ozonul sunt principalele gaze poluante responsabile pentru deteriorarea documentelor. Se pot identifica şi alte tipuri de poluanţi care au anumiţi compuşi organici volatili cum ar fi: acidul acetic, formaldehida etc., numeroşi poluanţi pe care îi găsim în interiorul clădirilor şi provin din mobilier sau din structura documentelor. În trecut, se recomanda instalarea unor sisteme de filtrare pentru a controla poluarea cu gaze. Cercetările mai recente tind să demonstreze că moleculele de poluanţi gazoşi sunt prea mici pentru a fi captate de astfel de sisteme şi trebuie să fie eliminate prin reacţii chimice cu o altă substanţă. Altfel spus, eliminarea de gaze poluante provenind din interior se realizează prin purificarea aerului. Totuşi, este posibil să se exercite un anumit control, pur şi simplu acţionând asupra cauzelor cunoscute.

Spre exemplu, este recomandabil ca mobilierul să aibă vopseaua foarte bine uscată atunci când vine în contact cu documentele. Fotocopiatoarele este indicat să fie instalate în spaţii separate şi bine aerisite.

Poluanţii sub formă de particule fine - fire de nisip, praf, fum - care provin în principal din activităţi industriale, de la vehicule, sisteme de încălzire pe bază de lemn şi cărbune - reprezintă, de asemenea, un factor de risc. Ele sunt, în general, abrazive, acide şi pot fi foarte reactive din punct de vedere chimic. Aceste particule se pot elimina în mod obişnuit cu ajutorul filtrelor de aer, marea parte a particulelor eliminate depinde de tipul de porozitate a filtrării. Filtrele electrostatice sunt recunoscute pentru eficienţa lor în reducerea poluării cu particule fine. Din păcate, acest tip de purificator de aer produce ozon, un puternic oxidant care accelerează degradarea numeroaselor materiale organice precum celuloza şi ,în consecinţă, nu sunt recomandate. Controlul gazelor poluante şi al particulelor fine necesită instalarea unor echipamente specializate.

b. *Factorii biologici*

Printre factorii susceptibili de a interveni în degradarea documentelor, factorii biologici ocupă un loc important. Sub această denumire se găsesc grupate microorganismele, insectele şi rozătoarele mici.

Microorganismele

În aerul pe care îl respirăm se găseşte o microfaună invizibilă. Spre exemplu, de fiecare dată când inspirăm, noi aspirăm bacterii, zeci de spori de ciuperci microscopice, protozoare şi, în funcţie de anotimp, polenul diverselor plante. Funcţia naturală a microorganismelor este de a transforma substanţele complexe în substanţe elementare pentru perpetuarea ciclului natural. Descompunerea materialelor organice este scoasă în evidenţă de acest proces[58]. Această funcţie este esenţială pentru echilibrul din natură: în păduri, spre exemplu, resturile vegetale şi animale se descompun pentru a se transforma într-un humus fertil care hrăneşte plantele şi copacii. Însă şi documentele pot face obiectul transformărilor menţionate. Microorganismele în suspensie în aer nu sunt nocive pentru documente decât în cazul în care condiţiile climatice favorabile permit proliferarea lor. În anumite situaţii, numeroase specii de microorganisme pot utiliza materialele organice ale documentelor ca substrat de creştere, provocând astfel deteriorări foarte importante şi adesea ireversibile.

Una dintre misiunile bibliotecilor este aceea de a proteja documentele de acest proces natural, străduindu-se să menţină condiţii climatice nepropice proliferării microorganismelor.

Printre microorganismele dăunătoare se disting ciupercile microscopice, mai ales mucegaiurile, dar şi anumite drojdii şi bacterii.

Ciupercile microscopice

Ciupercile şi, în special, mucegaiurile sunt cel mai frecvent întâlnite la documente, fiind şi cel mai dificil de distrus.

„Identificarea speciilor cu care s-a făcut contaminarea este utilă, deoarece ne poate oferi detalii asupra surselor de contaminare şi ne poate ajuta să analizăm problemele pentru a adopta soluţii adecvate şi de durată. Această identificare nu se poate face decât prelevând spori care sunt cultivaţi în laborator. De asemenea, este util să avem anumite cunoştinţe despre ciuperci şi modul lor de dezvoltare"[59].

Majoritatea mucegaiurilor prezintă două structuri diferite: aparatul vegetativ, constituit din miceliu şi aparatul reproducător, care produce spori.

Aparatul vegetativ se caracterizează printr-o ramificare de filamente incolore numite hife, al căror ansamblu constituie miceliul ce îşi trimite ramificaţiile de-a lungul substratului, care poate fi hârtia sau alt material din structura documentelor, de unde absoarbe unele elemente pentru a se hrăni.

Miceliul este, într-adevăr, cel mai adesea total invizibil cu ochiul liber pe hârtie. La anumite specii, el poate să ia forma unei substanţe pufoase alburii sau cenuşii vizibilă cu ochiul liber. „Odată miceliul format, chiar în cazul în care condiţiile favorabile dispar, mucegaiul dezvoltă o parte aeriană, constituită din conidiofore care produc spori sau conidii, după modul de reproducere care este sexuat sau nu în funcţie de specie. Aceştia sunt sporii care permit identificarea speciei, având forme variabile şi dimensiuni de doar câţiva microni. Fiind foarte mici, ei se deplasează cu uşurinţă datorită curenţilor de aer şi se găsesc pretutindeni. Se depun pe materiale unde germinează producând un tub germinativ care pătrunde imediat în substrat şi se dezvoltă formând un nou miceliu"[60].

Cercetările întreprinse au identificat peste 60 de specii ce se pot dezvolta pe documente. Printre acestea, vom menţiona:

- Gyrophana lacrymans, numită în mod obişnuit merule plângătoare, care este o ciupercă rezistentă, foarte dăunătoare, specifică lemnului, dar care poate să afecteze atât hârtia cât şi pielea;
- Chaetomium globosum are ca substrat hârtia;
- Fusarium graminearum, capabilă să se dezvolte pe orice suport organic;
- Alternaria alternata are ca substrat hârtia şi pergamentul;
- Cladosporium cladosporioides formează, pe hârtie, micelii de culoare neagră;
- Stachybotrys atra, care are un aspect prăfos, la început alb, devenind progresiv negru în timpul sporulării[61].

Condiţiile favorabile dezvoltării mucegaiurilor sunt următoarele:

- prezenţa unui suport de creştere: majoritatea materialelor care intră în compoziţia documentelor de arhivă şi bibliotecă pot corespunde cerinţelor dezvoltării mucegaiurilor;
- un nivel suficient al umidităţii în suportul de creştere: majoritatea acestor materiale absorb şi reţin umiditatea;
- condiţii climatice favorabile: umiditatea şi căldura sunt factorii esenţiali pentru germinarea sporilor. O umiditate relativă superioară lui 65% constituie una din condiţiile ideale, dar odată cu creşterea temperaturii, mucegaiurile pot să se dezvolte la o umiditate relativă mult mai scăzută. Temperatura se poate

situa pe o scară de la 15°C la 30°C, ideală fiind cea de 30°C. Aceşti factori influenţează, de asemenea, şi viteza de creştere a ciupercilor microscopice. Trebuie să se ţină seama de faptul că lumina nu este necesară dezvoltării mucegaiurilor care se pot dezvolta foarte bine în întuneric. Anumite specii sunt afectate chiar de expunerea la radiaţii ultraviolete (UV).

Mucegaiurile se dezvoltă pe o varietate de materiale inerte: lemn, hârtie, alimente. Deşi elementele nutritive cele mai importante pentru ele sunt carbonul şi azotul, mucegaiurile sunt incapabile, spre deosebire de plantele verzi, să asimileze gazul carbonic atmosferic, prin urmare îşi extrag carbonul din materialele organice. Au nevoie, de asemenea, de: hidrogen; de oxigen foarte puţin, aşa încât să se poată dezvolta în atmosferă izolată; de sulf; potasiu şi magneziu. Majoritatea componentelor naturale pot fi utilizate de ciuperci ca sursă de carbon şi de energie. Aproape toate materialele de origine organică sunt susceptibile de a fi atacate de o specie de mucegaiuri sau de o alta, aşadar de a servi ca substrat dezvoltării lor. Totuşi, anumite produse precum celuloza, amidonul, proteinele trebuie să fie transformate în prealabil de mucegai înainte de a fi absorbite. Ciupercile trebuie să elimine în mediu enzime adaptate pentru transformarea substratului în sursă de hrană, de aici rezultând specificitatea ciupercilor care nu atacă toate aceleaşi materiale[62].

Materialele de origine organică ce intră în compoziţia documentelor sunt în principal: fibrele celulozice, adezivii pe bază de amidon, cazeină şi gelatină, precum şi adezivii naturali de origine vegetală sau de origine animală, pielea şi pergamentul, gelatina negativelor şi fotografiilor, substraturile polimerice ale suporturilor moderne. Toate acestea sunt susceptibile de a constitui sursă de hrană pentru mucegaiuri.

Bacteriile

Bacteriile sunt şi ele organisme microscopice care pot deteriora documentele. Spre deosebire de ciuperci, ele sunt unicelulare. Celula acestora conţine: citoplasmă, membrană citoplasmatică, un nucleu cu un singur cromozom, nişte cili, o capsulă, un perete şi, eventual, un spor termorezistent. Când ele produc spori, aceştia sunt mai mici de 1:2 microni. Foarte diferite în funcţie de specii, ele pot fi sferice, cilindrice, spiralate sau sub forma unor filamente. Bacteriile care atacă celuloza documentelor sunt bacterii celulolitice aerobe, adică au nevoie de oxigen spre deosebire de bacteriile celulolitice anaerobe care joacă un rol esenţial, spre exemplu, în digestia rumegătoarelor. Bacteriile cele mai cunoscute sunt: cytophaga, sporicytophaga, cellfalcicula, cellvibrio, serratia, nocardia şi streptomyces[63].

Daunele provocate de microorganisme

Microorganismele sunt foarte periculoase din cauza răspândirii şi capacităţii lor de a „digera" hârtia, pielea şi pergamentul. Principalele degradări constau în fragilizarea extremă care poate ajunge până la dispariţia totală a substratului afectat. Anumite ciuperci pot transforma celuloza hârtiei în glucoză. Acest tip de degradare provoacă distrugerea totală a documentului. Dacă dezvoltarea coloniilor este mai puţin semnificativă, materialul atacat devine mai fragil: spre exemplu nu mai este posibilă întoarcerea paginilor unui document atacat, hârtia devenită moale se rupe sub degete (*Figura 3*). Anumite colonii de microorganisme pătează suportul pe care se dezvoltă în culori foarte diverse: alb, gri, galben, roşu, violet, roz, verde, albastru, maro şi negru. Părerile sunt împărţite în privinţa originii acestor coloranţi: unii îi atribuie părţii reproducătoare, alţii susţin că aceştia sunt produsele finale ale metabolismului microorganismelor. Ceea ce este sigur este faptul că petele astfel produse sunt, cel mai adesea, permanente. Pe de altă parte, „culoarea petelor nu permite identificarea speciei cu care a fost contaminat suportul, deoarece ea poate să varieze şi în funcţie de pH-ul suportului şi de substanţele conţinute în materialul atacat"[64].

Figura 3. Documente afectate de ciuperci
IFLA/UNESCO. Safeguarding our documentary heritage [CD-ROM]. Paris, 2001

În prezent, unele cercetări demonstrează că degradarea tipurilor de hârtie din secolele al XVIII-lea şi al XIX-lea pe care o numim „foxing" - hârtie stropită, pătată, presărată cu mici pete roşcate - ar fi în mod esenţial cauzată de microorganisme. În fapt, foxingul defineşte deteriorarea caracterizată prin pete rotunde destul de extinse sau formând puncte, care se dezvoltă pe anumite tipuri de hârtie, mai ales pe gravurile din secolul al XVIII-lea până în secolul al XX-lea.

Originea acestui fenomen nu este, încă, total clarificată şi poate fi datorată următorilor factori:

- interni: alterarea celulozei cauzată de prezenţa ionilor metalici;
- externi: dezvoltarea de microorganisme (mucegaiuri);
- combinării celor două cauze anterior menţionate[65].

În realitate, atacul microorganismelor se poate dezvolta în mai multe etape. Spre exemplu, substanţele complementare conţinute în hârtie (adezivi, în tipurile de hârtie veche) pot fi atacate la început de bacterii obişnuite, care vor fi urmate de microorganisme mai specifice, urmate la rândul lor de microorganisme „specializate" care nu atacă decât un singur material. În toate cazurile, exactitatea diagnosticului este esenţială pentru a putea fi determinate măsurile care trebuie luate.

Insectele

Insectele constituie o ameninţare serioasă pentru biblioteci şi arhive. Hârtia, pielea, pergamentul, lemnul şi adezivii de origine animală sau vegetală reprezintă în aceeaşi măsură alimente pentru aproximativ 70 de specii de insecte aparţinând majorităţii ordinelor şi familiilor. Insectele pot pătrunde în depozitele bibliotecilor şi arhivelor pe diferite căi: ferestre, uşi, fisuri, canalizări sau conducte de aerisire sau prin introducerea în depozite a unor documente deja infestate ori a altor elemente (ambalaje sosite cu cărţile şi cu diverse aparate) (*Figura 4*). Orice insectă se înmulţeşte depunând ouă în număr variabil în funcţie de specie. În cazul unor condiţii favorabile, dezvoltarea lor poate fi foarte rapidă şi deteriorările pe care le produc pot deveni foarte grave.

De fapt, majoritatea factorilor au influenţă determinantă asupra vitezei de dezvoltare a insectelor:

- temperatura: toate funcţiile vitale sunt accelerate de căldură şi încetinite de frig, aceasta deoarece insectele proliferează în permanenţă în zonele tropicale şi ecuatoriale şi cu precădere vara în zonele temperate. În general, temperatura favorabilă în majoritatea cazurilor se situează între 25°C - 30°C;

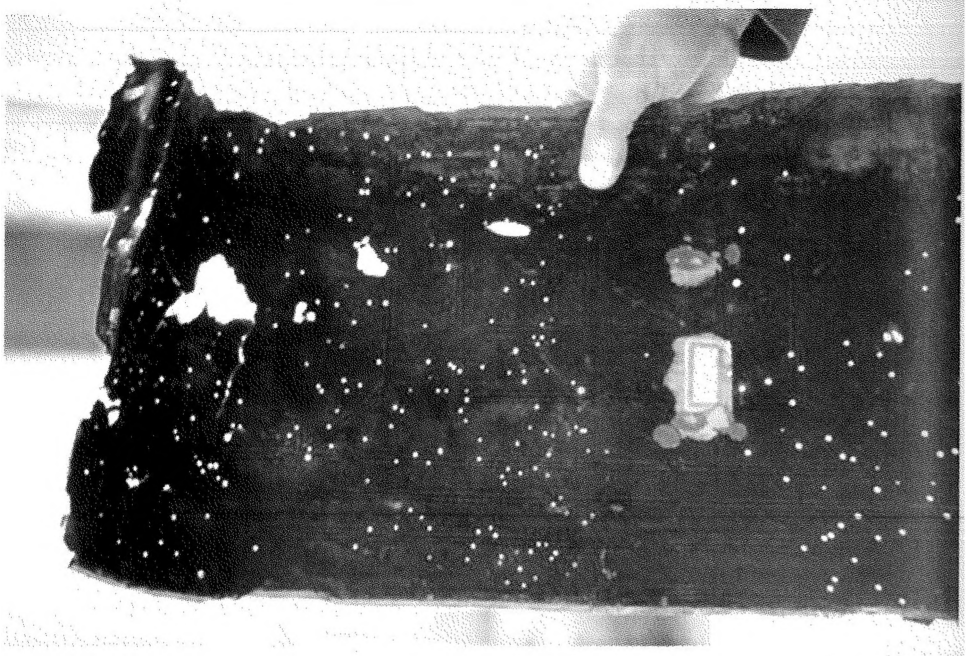

Figura 4. Copertă degradată de către insecte
IFLA/UNESCO. Safeguarding our documentary heritage [CD-ROM]. Paris, 2001

- umiditatea: insectele au nevoie de apă ca orice fiinţă vie. Hidratarea corpului lor depinde de umiditatea mediului ambiental. Condiţiile ideale de dezvoltare se situează pentru majoritatea insectelor între 65 – 100% umiditate relativă (UR);

- lumina reprezintă un impediment pentru dezvoltarea unor insecte, multe au obiceiuri mai degrabă nocturne;

- absenţa circulaţiei aerului, a zgomotelor şi a vibraţiilor constituie condiţii favorabile. Prezenţa unor nişe, a fisurilor, a adânciturilor, a colţurilor întunecoase facilitează instalarea şi dezvoltarea unor insecte;

- prezenţa resurselor de hrană: din acest punct de vedere arhivele şi bibliotecile constituie pentru anumite insecte o adevărată binecuvântare, dar nu numai hrana este cea care le poate atrage, ci şi acumulările de praf, de murdărie, prezenţa alimentelor în depozite chiar sub forma unor firimituri minuscule, a unor cadavre ale altor insecte sau animale sunt, de asemenea, factori favorabili[66].

Toate insectele se reproduc depunând ouă, acesta reprezintă stadiul de dezvoltare cel mai rezistent. Din ouă iau naştere larvele.

În funcţie de forma larvei raportată la cea a insectei adulte, insectele pot fi clasificate în două grupe:

- prima grupă: larvele au aproape acelaşi aspect ca şi adulţii, cu dimensiuni mai reduse şi câteva caracteristici diferite. În această grupă, speciile printre cele mai răspândite se găsesc în familiile următoare: blattides, liposcelides şi lepismatides;

- a doua grupă: larva are un aspect diferit de cel al adultului, ea luând adesea forma unui vierme sau a unei omizi. Când larva a atins o dezvoltare suficientă, ea se transformă în nimfă sau pupă, stadiul intermediar aparent inactiv de la care se dezvoltă, în cursul unei ultime transformări, insecta adultă care se reproduce şi reîncepe astfel ciclul vital. Această a doua grupă se întâlneşte cu precădere în biblioteci şi arhive. Cele două familii principale menţionate fac parte din ordinul coleopterelor: anobidaele şi dermestidele[67].

Blattidele conţin numeroase specii, dar au anumite caracteristici comune: tuturor le plac umiditatea, spaţiile întunecoase şi fără curenţi de aer. Nu sunt insecte sociabile cu o organizare structurată, dar sunt gregare, ele secretând un feromon de agregare, substanţă odorizantă care incită indivizii din aceeaşi specie să se regrupeze. Când într-o clădire se găseşte o blattidă, putem deduce cu certitudine că în acel spaţiu sunt mai multe. Pentru a crea o strategie de luptă împotriva acestora trebuie să se identifice cuibul lor. Ele ies din adăpost şi acţionează de preferinţă noaptea. Atunci când le vedem în acţiune ziua, acest fapt este cauzat de deranjarea cuibului lor sau poate fi, de asemenea, dovada unei populaţii foarte crescute. Omnivore, ele se hrănesc cu orice materie organică ce este conţinută în documente şi cărţi (celuloza din hârtie, piele, pergament, adezivi de origine vegetală şi animală), dar şi cu produse alimentare, excremente şi cadavre. De aceea, ele infestează bibliotecile, arhivele, muzeele. Condiţiile ideale pentru dezvoltarea lor sunt: o temperatură între 25°C – 30°C şi o umiditate relativă de 65%, dar toate blattidele, chiar cele care trăiesc în ţările calde, suportă temperaturi foarte scăzute precum cele ale unui frigider, spre exemplu. Aceste insecte rezistă până la temperaturi minime de -5°C, în consecinţă climatizarea nu reprezintă un impediment pentru ele. Majoritatea dintre acestea emit un miros urât şi sunt dăunătoare în toate stadiile dezvoltării lor, nu numai pentru documente, dar şi pentru fiinţele umane, cărora le pot provoca fobii, boli şi alergii[68].

Printre numeroasele specii existente, cele mai frecvente în biblioteci şi arhive sunt blatta germanică, blatta americană, blatta orientală, blatta australiană.

Printre liposcelide, specia cea mai întâlnită în biblioteci şi arhive este puricele de carte. Trebuie menţionat faptul că această denumire nu are fundament ştiinţific pentru că nu este vorba nicidecum de un purice.

Lepismatidele sunt insecte foarte primitive considerate fosile vii. Cei doi reprezentanţi principali ai acestei familii sunt „peştişorul de argint" şi termobia.

Anobidaele au următoarele caracteristici: în stadiul adult sunt prevăzute cu o pereche de elitre şi o pereche de aripi funcţionale care le permit să zboare; ciclul lor de viaţă cuprinde trei etape succesive: larva, nimfa, adultul. Larva sapă galerii în materialele cu care se hrăneşte iar diametrul galeriilor se măreşte odată cu creşterea larvei. Adultul iese din materialul din care se hrăneşte larva prin găuri de zbor. În galerii şi în apropierea găurilor de zbor se găseşte o pudră făcută din resturile alimentare şi din excremente. Grămăjoarele de praf de pe rafturi şi documente reprezintă dovada prezenţei acestora.

Dermestidele au în comun următoarele caracteristici: în stadiul adult, ele sunt prevăzute cu o pereche de elitre şi cu o pereche de aripi funcţionale care le permit să zboare; deşi le place umiditatea, ele rezistă mai bine decât alte insecte; ciclul lor de viaţă cuprinde trei etape succesive: larva, nimfa, adultul. Larvele lor se hrănesc de preferinţă cu produse bogate în proteine animale, de altfel, numele „dermeste" are drept rădăcină „dermă". Pentru a se proteja în momentul în care urmează să devină nimfe, ele pot părăsi materialul din care s-au hrănit pentru a se fixa într-un material compact nehrănitor. Adultul iese din acest material prin găuri de zbor şi este caracterizat prin faptul că are mai degrabă un regim „vegetarian", deci nu este dăunător în mod direct documentelor[69].

Rozătoarele şi alte animale

Rozătoarele cele mai des întâlnite care se pot refugia în biblioteci sau arhive sau în locurile de păstrare a documentelor şi pot provoca pagube considerabile sunt şoarecii şi şobolanii.

Şoarecii pot măsura până la 10 cm şi pot să se strecoare târându-se pe sub uşi şi prin spaţii foarte înguste. În zona temperată, ei caută să se refugieze în clădiri toamna, când se lasă frigul. Sfâşie hârtia pentru a-şi face cuib şi îşi lasă excrementele şi urina care pătează documentele.

Şobolanii sunt sociabili şi trăiesc în colonii care pot număra mai multe sute de indivizi iar talia lor poate ajunge până la 40 cm. Printre cele 100 de specii cunoscute, cele mai des întâlnite sunt:

- şobolanul negru - *rattus rattus* - de culoare gri închis, care are o coadă lungă şi subţire, este bun cătărător şi invadează magaziile de cereale,

- şobolanul de canal - *rattus norvegicus* - este maro, mai greu, mai masiv, are o coadă scurtă şi deasă, nu se caţără bine şi se stabileşte în canale.

Pagubele cauzate de şobolani sunt mai puţin frecvente decât cele pricinuite de şoareci, deoarece ei îşi fac cuibul afară, în canalizări. În plus, au nevoie de un mijloc de acces destul de important pe care nu-l au în general în

depozitele de bibliotecă, dar pot pătrunde în spaţiile tehnice sau administrative dezafectate în care sunt încă stocate documente. Ei sfâşie hârtia documentelor doar pentru a-şi toci incisivii, iar urmele lăsate pe documentele afectate sunt mai substanţiale decât cele specifice şoarecilor.

Există şi alte animale care pot pătrunde în localuri în care sunt adăpostite documente şi pot provoca pagube:

- păsările, mai ales porumbeii pătează documentele cu excrementele lor şi, în plus, apropierea de cuiburile dezafectate ale acestora poate sta la originea unei infestări cu insecte;
- liliecii, care invadează spaţiile întunecoase în care îşi fac cuiburi, degradează documentele cu excrementele lor[70].

c. *Factorul uman*

Factorul uman nu este de neglijat pentru procesul de degradare a documentelor. Aranjarea, manevrarea, utilizarea şi condiţionarea documentelor pot sta la originea unor deteriorări importante, mai ales de ordin mecanic. Nu trebuie să tratăm cu uşurinţă acest tip de factori cu atât mai mult cu cât ei sunt adesea mult mai uşor de evitat prin măsuri simple şi ieftine faţă de cei provocaţi de condiţiile climatice spre exemplu.

Degradările mecanice pot fi cauzate de modalităţi incorecte de aranjare şi condiţionare, pe de-o parte, şi, pe de altă parte, de o manevrare defectuoasă. Volumele legate – cărţi şi reviste – incorect depozitate, pot suferi deformări care afectează considerabil în primul rând legătura. Odată aceasta deteriorată, paginile sunt mult mai vulnerabile, fiind lipsite de protecţie, şi se deteriorează la rândul lor. Deseori este imposibil să refaci nişte volume deformate fără să demontezi în totalitate legătura. Deformările corpului documentului se întâlnesc mai ales la volumele foarte subţiri de dimensiuni mari. Ele sunt tipice volumelor care nu sunt sprijinite lateral de un opritor sau incorect aşezate pe poliţe neadecvate. Asemenea degradări pot să apară în cazul rafturilor mobile manevrate incorect. Un volum sprijinit oblic este supus şi el unei deformări care presupune o tensiune puternică asupra muchiilor şi coperţilor sale. Broşurile şi manuscrisele nelegate, fasciculele şi caietele izolate sunt în mod deosebit fragile şi expuse deformărilor, îndoirii şi ruperii. Majoritatea acestor broşuri nu pot fi aranjate în poziţie verticală pe nici un fel de etajeră, soluţia fiind aranjarea în cutii, mai ales dacă acestea nu sunt umplute la refuz.

Documentele manuscrise nelegate, de diferite formate, sunt adesea înghesuite în cutii fără o grijă specială privind protejarea lor. În cazul în care cutia este aranjată în poziţie verticală şi nu este în întregime umplută,

manuscrisele se deformează ca şi broşurile sus menţionate. Spre deosebire de acestea, însă, cutiile umplute sunt şi ele o cauză a degradărilor mecanice, deoarece utilizatorii vor avea tendinţa să le forţeze pentru a reaşeza la loc documentele, fapt ce ar putea provoca îndoirea şi ruperea hârtiei. Folosirea sforilor sau elasticelor pentru a menţine documentele laolaltă poate determina sfâşierea hârtiei. De altfel, elasticele se usucă şi se lipesc de documentele care intră în contact direct cu ele.

Documentele de format mare sunt, în mod firesc, mai ameninţate decât celelalte. Riscul deteriorărilor mecanice creşte odată cu formatul documentului şi cu fragilitatea acestuia. Printre documentele cele mai ameninţate se află schiţele, planurile, hărţile, afişele. Modul de păstrare pe orizontală este în această situaţie în mod evident preferabil celuilalt, dar, chiar şi aşa, în cursul manevrării pentru consultare, aceste documente riscă să fie deteriorate. Păstrarea acestora rulate prezintă multiple inconveniente: fără un suport rulou din carton neacid, documentul rulat se poate îndoi şi rupe; extremităţile ruloului şi marginile foii care rămân la exterior sunt în mod deosebit expuse îndoirilor şi ruperii iar utilizarea frecventă de sfoară sau elastic creşte aceste riscuri; la modul general, păstrarea sub formă de rulou provoacă o deformare a foilor.

Anumite documente sunt sensibile la frecare, o parte din vechile cerneluri putând fi supuse la abraziuni ca urmare a contactului direct cu celelalte documente; numeroase tehnici artistice pot fi afectate de acest pericol, în special operele trasate în creion sau pastel. Frecările între documentele legate pot provoca abraziuni, exfolieri şi zgârieturi pe coperţile documentelor. De aceea, se impune o atenţie deosebită la alăturarea mai multor volume cu ferecături neprotejate. Aceste frecări pot fi cauzate ca urmare a manevrărilor pentru scoaterea sau aşezarea unui volum pe poliţă sau a vibraţiilor provocate prin mişcarea rafturilor mobile.

Degradările provocate de manevrarea documentelor

Gestul de a extrage un document de pe o poliţă sau de a-l aşeza pe aceasta poate fi el însuşi cauza deteriorării dacă, este efectuat incorect sau fără grijă:

- trăgând un volum relegat de extremităţile cotorului, care sunt părţile cele mai fragile ale legăturii, îl putem desprinde;
- împingând un volum într-un spaţiu prea îngust putem să îndoim sau să rupem coperţile;
- încercând să creăm un spaţiu suficient pentru un volum pe care dorim să-l aranjăm la raft putem să determinăm alunecarea sa şi a altor volume[71].

În timpul transportului documentelor în interiorul bibliotecii, este, de asemenea, posibil să se provoace deteriorări:

- spre exemplu, într-un căruţ în care documentele sunt puse la întâmplare, documentele cele mai fragile pot fi deteriorate de cărţile mai mari aşezate deasupra, astfel, unele pot să cadă pe jos iar altele, care ies în afara căruţului, se pot freca de pereţi;

Deteriorările provocate de utilizare

În procesul de consultare a documentelor de către utilizatori în sălile de lectură pot apărea degradări de natură fizico-mecanică sau chimică drept urmare a:

- manevrării incorecte;
- deteriorării hârtiei la contactul cu obiecte dure sau ascuţite utilizate ca semne sau din cauza consultării neglijente a paginilor;
- pătării documentelor cu cerneluri folosite de utilizatori pentru a-şi lua notiţe; pentru a evita astfel de incidente, multe biblioteci solicită utilizarea exclusivă a creionului pentru hârtie;
- utilizării de semne autocolante de tipul „post-it" care lasă adesea urme de adeziv; dacă aceste semne sunt uitate între pagini, ele pot deveni dăunătoare pe termen mediu pentru hârtie sau pentru text;
- actelor de vandalism (ruperea paginilor din cărţi);
- manevrării documentelor cu mâinile murdare sau ude, fapt ce provoacă umezirea locală, iar grăsimile şi alţi reactivi chimici pot deteriora suportul şi manuscrisele;
- frecării degetelor de cerneala şi pigmenţii documentelor netipărite, fapt ce provoacă deteriorări atât fizice cât şi chimice;
- manevrării directe cu mâinile goale a tuturor suporturilor fotografice, ceea ce cauzează, cel mai adesea, deteriorări ireversibile. De aceea, în anumite servicii de bibliotecă sunt puse mănuşi la dispoziţia cititorilor;
- obiceiului de a umezi degetele cu buzele înainte de a întoarce paginile, care are consecinţe negative pentru conservare; prin acest gest sunt aduse prin umiditate proteine şi zaharuri din salivă şi fixate pe pagină odată cu murdăria care se găseşte pe degete. Chiar şi simplul fapt de a vorbi deasupra unui document echivalează cu stropirea acestuia cu micropicături de salivă care sunt nocive pentru conservare[72].

Proasta calitate a hârtiei şi a tipurilor de carton folosite pentru confecţionarea documentelor se poate afla la originea degradărilor chimice, iar produsele rezultate în urma acestor degradări ale materialelor pot să migreze spre hârtiile

cu care ele intră în contact şi să accelereze procesele distructive şi de îmbătrânire naturale. Or, este binecunoscut faptul că, în general, documentele de bibliotecă şi cele de arhivă ar trebui să fie avute în vedere pentru păstrarea pe termen lung. Un fenomen similar de degradare se poate produce atunci când documentele de diverse naturi chimice intră în contact unele cu celelalte, spre exemplu hârtia din fibre textile cu hârtia de tip industrial fabricată din pastă lemnoasă[73].

Ramele, paspartuurile şi mapele destinate a proteja gravurile, desenele fotografiile pot avea o influenţă negativă dacă materialul din care sunt făcute conţine impurităţi din lemn sau prezintă un caracter acid.

Agrafele, acele, clemele metalice care se găsesc cu precădere pe manuscrise sunt, de asemenea, factori de risc şi pot provoca degradări atât mecanice cât şi chimice ca urmare a oxidării lor.

Elementele lipite pe documente, etichetele de cotă, etichetele barcod/ inventar, în general autocolantele pot cauza deteriorări locale prin acţiunea distructivă a adezivului şi a hârtiei folosite. Deteriorările provocate de adeziv pot fi: directe - deoarece un adeziv instabil chimic reacţionează cu materialul pe care este aplicat şi cauzează o deteriorare locală - şi indirecte - pentru că poate fi necesară dezlipirea elementelor lipite, ceea ce constituie o sursă de degradare, spre exemplu, înlocuirea unei etichete deteriorate sau care are imprimată o cotă depăşită[74].

Benzile adezive sunt folosite în serviciile bibliotecilor pentru lipirea etichetelor sau pentru repararea rapidă a documentelor deteriorate. Pentru a deveni conştienţi de daunele pe care ele le pot cauza, este util să înţelegem care este structura şi modalitatea de acţiune a unei benzi adezive. O bandă adezivă este formată din patru straturi: un strat de hârtie sau de material plastic, un strat de adeziv, unul antiaderent, care împiedică banda adezivă să se lipească de ea însăşi şi unul care garantează lipirea adezivului pe suportul autocolant. Stratul de adeziv însă este elementul care pricinuieşte cele mai multe probleme. Pentru a-şi menţine puterea de lipire, adezivul nu trebuie să fie nici prea uscat nici prea dur. Destul de lichid, el nu se stabilizează, putând să migreze în suportul pe care banda adezivă a fost aplicată şi să reacţioneze cu acesta. În contact cu el, după un interval de timp mai scurt sau mai lung, pelicula de hârtie sau de plastic a benzii adezive se desprinde, nelăsând pe suport decât adezivul. Acesta reacţionează cu suportul, formând o peliculă adesea gălbuie sau maronie care poate fi stabilă, foarte greu de dizolvat şi care pune probleme complicate în procesul de restaurare. Nu rareori, se întâmplă ca şi cerneala să se compacteze cu pelicula de hârtie care se desprinde, în acest caz confruntându-ne chiar cu pierderi de text. În concluzie, pentru folosirea pe termen mediu sau lung, benzile autocolante sunt întotdeauna ineficiente şi dăunătoare.

Anumite benzi adezive „pentru arhivare", recomandate pentru reparaţii şi etichetare, folosesc hârtie de bună calitate şi adezivi mai stabili chimic. Însă, în pofida tuturor afirmaţiilor furnizorilor, aceste benzi adezive nu sunt niciodată recomandate pentru că nu este posibil să se prevadă pe termen mediu sau lung reacţiile adezivului cu suportul.

„Autocolantele temporare", spre exemplu, etichetele „post–it", reprezintă şi ele un anumit pericol. Într-adevăr, în momentul dezlipirii etichetelor provizorii, urmele adezivului rămân imprimate în textura hârtiei şi nu este exclusă nocivitatea lor pe termen mediu sau lung.

În sfârşit, folosirea foliilor de plastic transparent pentru a dubla coperţile documentelor broşate, metodă folosită practic frecvent în bibliotecile publice, trebuie si să fie exclusă în vederea unei păstrări optime pe termen lung.

Deteriorările provocate de fotocopiere

Şi prin fotocopiere se pot produce degradări de tip mecanic şi chimic, ea cauzând în special degradări mecanice, mai ales documentelor legate. Persoana ce realizează fotocopia este cel mai adesea determinată să distrugă legătura volumului deschis la maximum apăsând cu putere pe coperţile exterioare pentru a obţine o copie satisfăcătoare.

Deteriorările mecanice pot să fie provocate, de asemenea, de numeroasele manevrări necesare în cursul fotocopierii, mai ales dacă este vorba de documente de dimensiuni mari.

Alte efecte nefaste ale fotocopierii nu fac obiectul concret al studiilor ştiinţifice, dar anumite pericole sunt adesea menţionate:

- descărcarea luminoasă produsă de fotocopiator este foarte intensă şi poate să determine degradarea hârtiei şi decolorarea anumitor cerneluri şi culori sensibile, mai ales dacă documentul este fotocopiat de mai multe ori;
- în cazul fotocopiilor multiple pentru acelaşi original, suprafaţa vitrată a fotocopiatorului devine din ce în ce mai caldă iar această căldură are un impact negativ asupra documentului;
- curenţii electrostatici, puternici la anumite fotocopiatoare, produc o degajare de ozon; dacă aerisirea este insuficientă, atmosfera poluată în acest mod accelerează îmbătrânirea documentelor care se află în vecinătatea acestuia, putând fi dăunătoare şi persoanei care utilizează intens aceste aparate[75].

Sunt inerente însă şi deteriorările cauzate de reparaţiile empirice şi de restaurările nonconservative puse în practică de persoane bine intenţionate, dar fără cunoştinţe elementare de conservare-restaurare. Cele mai frecvent întâlnite situaţii de acest tip sunt:

- în prezenţa unui document deteriorat, tentaţia de a executa rapid o reparaţie cu mijloacele avute la îndemână este puternică, dar reparaţiile empirice şi restaurările nonconservative produc adesea deteriorări care nu apar decât pe termen mediu sau lung şi sunt foarte dificil, uneori imposibil de remediat.

- folosirea de benzi adezive sau de adezivi obişnuiţi procuraţi din comerţ provoacă adesea mai multe degradări decât lipsa unei intervenţii;

- o restaurare poate deveni distructivă în diverse moduri: pe de o parte, numeroase restaurări au drept consecinţă pierderea definitivă a materialelor originale sau a informaţiilor conţinute în document, spre exemplu: pierderea sau modificarea unei legături sau a părţilor sale, tăierea filelor, o curăţare a marginilor care poate şterge menţiunile manuscrise;

- absenţa unui raport detaliat cu privire la caracteristicile documentului;

- anumite tratamente, deşi eficiente pe termen scurt pot fi nocive pe termen lung: degradările cauzate de spălarea cu înălbitori produc daune hârtiei, aplicările de fixatori şi straturi protectoare, reparaţiile cu tipuri de hârtie şi de adezivi inadecvaţi, tratamentele aplicate pielii cu produse inadecvate pun probleme restaurării mai mari decât dacă documentele nu ar fi fost tratate;

- anumite metode de restaurare, deşi corecte, nu sunt adaptate, prin modul lor de aplicare, caracteristicilor documentului. O astfel de situaţie o întâlnim în cazul tratamentului apos al unei hârtii acide care poate provoca decolorarea cernelurilor.

În concluzie, orice intervenţie trebuie să fie realizată de către un specialist competent, după un diagnostic clar şi în funcţie de un protocol prezentat într-o fişă detaliată de tratament.

Deteriorările provocate de natura cernelurilor

Cernelurile nu fac parte din compoziţia chimică a hârtiei, dar ele sunt absolut necesare în procesul de producere a documentelor, fiind elementul de fixare a informaţiei.

Anumite tipuri de cerneală, în mod deosebit agresive, provoacă distrugerea completă a hârtiei pe conturul textului scris sau tipărit. Mai mult, cerneala are tendinţa de a migra şi de a forma halouri, transformând cuvintele în pete abia lizibile. Hârtia fiind distrusă, textul - unde s-au format astfel de pete - nu mai apare decât sub forma unor lacune, coala de hârtie fiind redusă la un fel de dantelă imposibil de foiletat (*Figura 5*). Acest tip de deteriorare se transmite şi zonelor învecinate şi foilor aflate în contact direct cu părţile afectate.

Gravitatea deteriorărilor variază în funcţie de calitatea hârtiei, de densitatea şi grosimea sa, de compoziţia cernelii şi de condiţiile higrometrice la care a fost supus documentul. În special în cazul unui nivel higrometric crescut şi a unei frecvente variaţii ale acestui nivel se generează o creştere a vitezei de deteriorare.

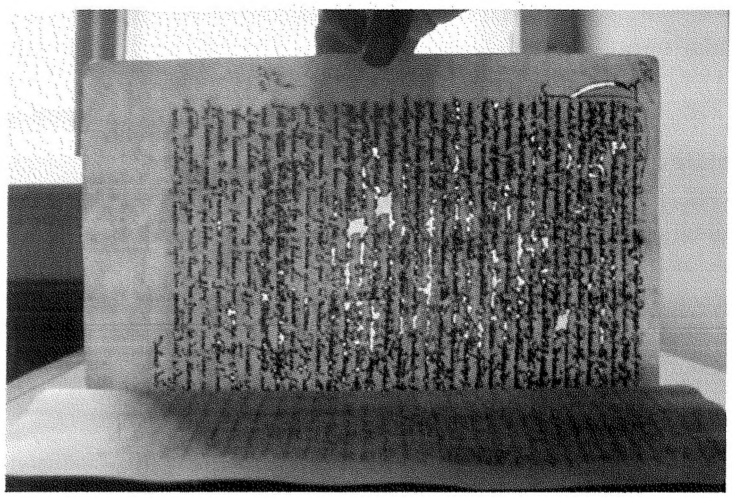

Figura 5. Deteriorare indusă de cerneala ferogalică
IFLA/UNESCO. Safeguarding our documentary heritage [CD-ROM]. Paris, 2001

C. *Acţiunea factorilor de degradare asupra altor materiale componente ale documentelor*

Alte materiale care pot intra în componenţa documentelor dintr-o bibliotecă pot fi supuse unor deteriorări fie specifice, fie în legătură cu alte elemente constituente.

a. *Adezivii*

Oricare ar fi originea acestora, vegetală sau animală, adezivii sunt sensibili la variaţiile climatice, la umiditate şi la căldură: ei pot să se usuce, să-şi piardă capacitatea de lipire, să migreze în suport, să se îngălbenească sau să devină bruni etc. Ei sunt, de asemenea, în mod deosebit cauze ale deteriorărilor biologice, constituind surse de hrană pentru numeroase microorganisme şi insecte.

b. *Pielea*

Capacitatea de îmbătrânire a pieii şi procesele sale de deteriorare variază în funcţie de calitatea acesteia, dar şi de diversele tratamente pe care le-a putut suferi pielea în procesul prelucrării. Pielea are un caracter acid natural aflat în strânsă interdependenţă cu tratamentele la care a fost supusă, mai ales tăbăcirea, dar şi procedeele de decorare. Această aciditate se poate accentua sub efectul unei umidităţi excesive, stimulând degradările.Pielea devine astfel extrem de fragilă. Anumite tipuri de piele devin foarte sensibile la apă: o picătură poate provoca o arsură acidă ireversibilă care determină înnegrirea pieii. Procesele de degradare se manifestă în cel mai grav mod când pielea dobândeşte o coloraţie roşcată şi se descompune în praf. Conţinutul de apă al pieii într-o atmosferă normală cu 18°C la 50 – 55% umiditate relativă (UR) este de aproximativ 14%; apa asigură rolul de lubrifiant între fibre şi îi conferă pieii supleţea şi elasticitatea. Dacă umiditatea relativă (UR) scade mult, pielea se deshidratează, devine dură şi fragilă. Mai mult, restabilirea condiţiilor higrometrice nu permite în orice situaţie o rehidratare completă a pieii, totul depinde de intensitatea şi de durata perioadei de deshidratare. Majoritatea tipurilor de piele destinate legăturilor reacţionează negativ la umezeală: ele îşi pot schimba culoarea, îşi pot pierde taninurile, se pot umfla.

Uscarea pieii determină o micşorare a acesteia. Pielea conţine în mod natural grăsimi într-o cantitate mai mare sau mai mică în funcţie de animalul de la care provine şi de tratamentele la care a fost supusă. Aceste grăsimi îi cresc supleţea şi elasticitatea pieii şi o protejează de variaţiile higrometrice. Dar aceste grăsimi sunt mai mult sau mai puţin oxidabile în funcţie de natura lor şi pot, descompunându-se, să crească aciditatea pieii. Prezenţa grăsimilor inadecvate, cum ar fi produsele pentru încălţăminte, sau în cantitate excesivă favorizează, de asemenea, degradarea biologică. De aceea, un tratament al legăturilor considerat ca preventiv - cu produse inadecvate - poate provoca un efect contrar celui dorit, situaţie cu atât mai gravă cu cât acest tip de intervenţie este ireversibilă, eliminarea totală a grăsimilor care au pătruns în piele fiind imposibilă. Spre deosebire de această situaţie, un aport de grăsimi adecvat - anumite tipuri de ceară specială preparate în laborator - este considerat ca un mijloc eficient de a proteja legăturile de factorii exteriori de degradare, mai ales de poluarea atmosferică.

Pielea este în mod obişnuit puţin sensibilă la deteriorările biologice. Produsele de tăbăcire, pH-ul acestora, nu sunt favorabile dezvoltării unor bacterii şi ciuperci. Totuşi, în condiţii de umiditate foarte crescută, atacurile microorganismelor sunt posibile. De altfel, anumite insecte „apreciază" în

mod deosebit pielea, mai ales anobidaele şi dermestidaele[76]. Pe de altă parte, capacitatea de rezistenţă la căldură a pieii creşte prin tăbăcirea ei în comparaţie cu cea a pieii neprelucrate: o piele nou tăbăcită rezistă la o temperatură de 80°C, iar o piele deteriorată nu suportă decât nişte temperaturi mult mai scăzute şi poate să fie afectată şi la 60°C. Trebuie avut în vedere faptul că această temperatură se poate înregistra cu uşurinţă la acţiunea soarelui printr-o suprafaţă vitrată.

c. *Deteriorările mecanice*

Utilizarea pieii ca material pentru acoperirea cărţilor o supune unor tensiuni şi constrângeri mecanice care pot fi considerabile la cotor şi la nivelul coperţilor iar, din acest punct de vedere, responsabile de degradarea documentelor sunt metodele de legare. Deprecierea pieii se manifestă vizibil prin apariţia de fisuri pe suprafaţa acesteia, suprafaţa cea mai superficială a dermului. La început microscopice, ele se accentuează puţin câte puţin până când se poate ajunge la perforaţii. Pielea devine atunci foarte sensibilă la orice tip de frecare sau presiune.

2.1.3.2 *Modalităţi de prevenire a deteriorărilor*

A. *Dezacidificarea ca modalitate de contracarare a aciditătii hârtiei*

În momentul în care viitorul cărţii este în centrul preocupărilor multor guverne europene, multe biblioteci naţionale îşi continuă cercetările în vederea unei conservări perene a documentelor pe suport hârtie.

„Introducerea în producţia editorială a hârtiei din pastă de lemn încleiată cu colofoniu în mediu acid, a marcat în secolul al XIX-lea momentul răspândirii pe scară largă a hârtiei acide care, în zilele noastre, are drept rezultat o degradare masivă a documentelor. Numeroase campanii de evaluare a colecţiilor au relevat faptul că, din cauza unui grad ridicat de fragilitate a hârtiei, o carte din patru nu mai poate fi manevrată, în timp ce 60% dintre ele sunt ameninţate de aceeaşi soartă"[77]. Pentru a remedia această situaţie, procedeele de dezacidificare în masă au fost dezvoltate astfel încât să permită neutralizarea acizilor graţie utilizării de produse alcaline. Depozitarea cărţilor la temperatură joasă contribuie şi ea la creşterea duratei lor de viaţă. În strategiile de conservare a colecţiilor acide, dezacidificarea în masă şi stocarea la temperatură scăzută sunt cele mai cunoscute. Totuşi, efectul lor asupra îmbătrânirii naturale a colecţiilor n-a fost