



RAPPORT DE RESTAURATION

Frà Luca Pacioli: De Divina Proportione - 1498

Genève, Bibliothèque Publique et Universitaire - Ms.l.e. 210

1. DESCRIPTION GENERALE

1.1 PARCHEMIN

Le manuscrit est formé par 130 feuilles en parchemin, au format de 288 x 200-203 mm, précédés et suivis par deux feuilles de garde en papier. Le parchemin est mince et régulier, soigneusement poncé, avec peu de différences entre le côté chair et le côté fleur. Epaisseur du parchemin 0,9 à 0,15 mm. Le parchemin est très probablement de mouton; l'échine se trouve verticalement, dans le pli, de sorte qu'une double feuille constitue la moitié (supérieure ou inférieure) d'une peau. La Règle de Gregory est respectée sur tout le volume, sauf entre les f. 1-10 et 2-9. Le recto de la première feuille des cahiers montre le côté poil (fleur). /s

1.2 FOLIATION

Foliation originale à l'encre, en chiffres romains, au milieu de la marge supérieure sur le recto des feuilles à partir du début du texte principal. La première partie n'était pas foliotée; elle porte sur la marge de gouttière une foliation au crayon 2-11, qui tend à prouver la perte d'une feuille, utilisé pour des essais de restauration, citée aussi dans la lettre du Directeur de la BPU de 1916. Nous avons folioté au crayon cette partie sur le coin supérieur gauche du recto, et nous avons retranscrit la foliation originale de la dernière partie, où les bactéries ont partiellement affaibli la foliation originale.

1.3 ENCRE ET PIGMENTS

Le livre est écrit avec une encre métallo-gallique brune, régulière sur tout le texte. Les titres sont rubriqués au minium; Quelques initiales importantes sont dorées et inscrites dans une rectangle couvrant deux unités de réglure, avec un fonds rouge foncé ou bleu et des fines décorations blanches. La feuille I porte le titre, doré sur fonds rouge foncé, une miniature et les armes des Visconti, bien exécutées. La miniature a un caractère presque monochromatique, avec une



forte dominance des tons bruns-gris-noir, l'absence totale des jaunes, rouges vifs et verts.

Sur les marges on trouve des indications relatives au contenu et des dessins; les premières sont écrites avec une encre brune rougeâtre, peut-être métallo-gallique incomplète (extrait végétal seul); les figures géométriques sur les marges sont exécutées avec la même encre que le texte.

Les figures géométriques en pleine page attribuées à Leonardo da Vinci sont tracées à l'encre brune et partiellement coloriée, probablement avec de l'encre plus ou moins diluée et avec une couleur violette.

1.4 COMPOSITION DES CAHIERS

Le volume est formé par 13 cahiers, actuellement tous des quinions; à l'origine le premier cahier était un sénion.

CAHIER	COMPOSITION	FEUILLES	NOTES
1	VI (5 {-1.} + 5 {-12.})	f. 1-10	
2 - 9	V (5 + 5)	f. I-LXXX	chaque cahier porte une réclame écrite verticalement sur la marge inférieure du verso de la dernière feuille
10 - 13	V (5 + 5)	f.LXXXI-CXX	(f. 90 écrite LXL)

1.5 MISE EN PAGE

SURFACE	MESURES (mm)	QUOTIENT	REGLE GEOMETRIQUE
Page	288 x 202	Q= 1,42	$a \times a.\sqrt{2}$
Miroir de l'écriture	172 x 110	Q = 1,56	section dorée
Double page	404 x 288	Q = 1,40	$a \times a.\sqrt{2}$
Double miroir de l'écriture	272 x 172	Q = 1,58	section dorée

Marges, calculées à partir de la réglure: marge de tête et de petit fond: 30 mm
marge de gouttière: 60 mm
marge de queue: 80 mm

1.6 REGLURE

Ecriture sur une colonne. 24 lignes réglées, 23 lignes écrites (le première ligne sert de linteau). Réglure à l'encre diluée, brun très pâle.

Position des lignes:

- lignes verticales, mesurées à partir du pli central: 23-30-135-142-221, soit 23+7+105+7+59



- lignes horizontales, mesurées à partir de la tranche supérieure: 33-207-287, soit 33+174+80. La partie centrale représente 23 unités de réglure de 7,56 mm.

1.7 PIQUES

On ne trouve pas de piqûres maîtresses ni de jalons; on relève sur une bonne partie des feuilles deux couples de piqûres, probablement de construction, tout près des marges de tête et de pied, à 66 et 99 mm du pli central.

1.8 AUTRES SIGNES CODICOLOGIQUES

Outre ^{les} réclames signalées, l'examen en lumière normale et ultraviolette n'a pas révélé des signatures ou autres signes sur les marges des feuilles.

1.9 RELIURE

Feuilles de garde en papier vergé, de qualité moyenne. Sur les feuilles de garde antérieure, diverses inscriptions à l'encre brune et rouge et cotes au crayon. Entre les feuilles de gardes postérieures sont collés quelques feuilles écrites à la machine qui témoignent de la désinfection aux vapeurs de formol par le Prof. R. Chodat en 1916, de la perte du feuillet extérieur du premier cahier par le même Professeur, et de la reproduction photographique des planches des f. 90v à 120, exécutée en 1915.

Couture sur 4 lanières en cuir tanné à l'alun, avec du fil de chanvre ou de lin écru. Tranchefile avec âme en cuir enroulé, cousue avec fil rouge-bleu, avec un simple talon.

Couverture en carton recouvert de parchemin, avec un repli sur les trois tranches et traces de 4 couples de lacets en cuir, dont deux sur la tranche de gouttière. Titre manuscrit sur le dos et cote moderne en papier imprimé sur le dos.

2. ETAT DE CONSERVATION

2.1 PARCHEMIN

La situation du parchemin est très préoccupante. Sur toutes les pages le parchemin est localement altéré par des colonies de micro-organismes qui ont détruit plus ou moins profondément la structure fibreuse du parchemin et ont sécrété des colorants puissants violets et gris-noir. Ces altérations varient entre une légère coloration jusqu'à la destruction totale du parchemin et formation de



lacunes. Certaines pages sont devenues fragiles à cause de l'ampleur des zones infectées. Quelques pages sont visiblement déformées, surtout dans la partie inférieure, suite à une humidité excessive.

Les lacunes et autres dommages évidents sont accompagnés par d'autres dommages plus discrets; les marges d'un grand nombre de feuilles sont affaiblies par de très petites déchirures et lacunes, pour un total de quelques milliers de petits dommages.

En détail les principaux dommages constatés sont:

- f. 1 - feuille de garde volante en papier - déchirée en grande partie dans le pli, affaiblie par des plis verticaux
- f. 2 - lacunes entourées de parties très faibles au coin supérieur, dans la partie centrale supérieure et sur la marge inférieure; plus petites lacunes au coin inférieur et sur la marge de gouttière; coloration violette surtout sur la partie centrale
- f. 3-6 - lacunes décroissantes, entourées d'une zone très faible, au coin supérieur, dans la partie centrale supérieure et sur la marge de pied; coloration violette amplement répandue sur la partie centrale
- f. 7-11 - zones faibles et petites lacunes correspondantes à celles des pages précédentes, petites lacunes sur la marge de gouttière
- f. I - trois lacunes circulaires dans la partie écrite, diverses lacunes sur les marges de gouttière et de pied; sur cette dernière les lacunes sont entourées de zones très faibles. Sur le texte quelques colonies ont localement affaibli le parchemin et partiellement effacé l'écriture; coloration violette sur la marge supérieure et dans la partie centrale.
- f. II-X - cette situation se poursuit sur les pages suivantes, avec quelques colonies de micro-organismes qui décroissent et d'autres qui croissent, entraînant la formation de lacunes circulaires. Les parties violettes varient aussi en forma et position, et sont particulièrement développées sur les f IIIv-IVr et VIIv-VIIIr
- f. XI-XX - trois colonies circulaires avec lacunes (croissantes ou décroissantes) dans le miroir de l'écriture; marge inférieure faibles, avec des zones très fragiles et quelques petites lacunes, et quelquefois des taches violettes.
- f. XXI-XXX - deux colonies circulaire, une croissante et l'autre décroissante dans la partie écrite; petites lacunes variables sur la marge de gouttière; marge de pied très faible, en partie déchirée et avec petites lacune; colorations violettes et jaunâtres variables, plus marquées sur la marge de pied des f XXIIIv-XXIVr
- f. XXXI-L - petites colonies croissantes ou décroissantes dans la partie écrite, avec petites lacunes, diverses colonies relativement peu développées sur la marge de pied, avec des petites lacunes; une colonie décroissante sur la marge de gouttière; quelques feuilles sont déformées, en particulier les f XLV-XLVI
- f. LI-LX - Colonies décroissantes dans la partie écrite, assez réduites sur la marge inférieure; déformation marquée sur la marge inférieure des f LIII-LVIII
- f. LXI-LXX - ces feuilles sont les mieux conservées du volume, avec seulement quelques très petites colonies de micro-organismes, pratiquement sans lacunes; sur la marge inférieure des f LXIXv-LXXr on trouve des colonies avec taches plus développées et quelques très petites déchirures



f. LXXI-LXXX - une colonie croisante, avec lacune croisante, dans le texte; diverses colonies affaiblissent les marges de gouttière et de pied; parfois quelques très petites lacunes sur la marge de gouttière
f. LXXX- LXL - sur les trois premières feuilles marge inférieure très faibles et en partie déchirée, ensuite mieux conservée; augmentation des colonies circulaires sur la miroir de l'écriture, avec fortes taches et petites lacunes
f. LXLI-CXX - quelques colonies circulaires dans la partie centrale, croisantes et décroissantes, avec lacunes et forte tache violette; augmentation progressive des colonies sur la marge inférieure, qui croisent jusque dans la partie centrale avec lacune et taches importantes jusqu'à la f CXVIII, puis décroissent vers la fin du volume; ces pages sont les plus fragiles et les plus altérées du volume: les lacunes et les parties teintées par les micro-organismes ont fortement endommagé les dessins.

2.2 ENCRES ET PIGMENTS

Encres

L'encre utilisée pour l'écriture est généralement bien liée au parchemin, bien que l'examen microscopique révèle parfois des craquelures et petites lacunes qui témoignent de faiblesses locales. Les parties attaquées par les micro-organismes montrent des encres beaucoup plus faibles, et en partie détruites par les micro-organismes.

Miniatures et décorations

f. 2 - La première lettrine est presque entièrement effacée; il reste seulement quelques traces de pigment bleu et d'or. La deuxième lettrine est mieux conservée, mais le pigment est profondément craquelé et très légèrement lacunaire.

f. 1 - Le titre sur fonds rouge montre un fonds profondément craquelé, avec des très petites lacunes; une lacune plus importante est due à la combinaison de l'action des micro-organismes et des dommages mécaniques. Le pigment d'or utilisé pour l'écriture est bien lié.

La **miniature principale** montre des couleurs de terre et de chair généralement bien liés, avec seulement quelques petites craquelures et très petites lacunes. Le laque rouge est un peu faible et craquelé. Le pigment bleu est faiblement lié, et il est fortement lacunaire sur l'habit du premier personnage à gauche, alors que sur la fenêtre il est mieux conservé. Le grain de ce pigment est assez grossier, ce qui explique en partie sa faiblesse.

Dans la partie inférieure de la miniature on trouve des lacunes dues aux micro-organismes. Sur la partie supérieure on remarque des dommages mécaniques causées par un objet sur qui a provoqué des petites entailles superficielles.



La **décoration sur la marge gauche** est composée principalement par des pigments bleu, vert et rouge. Les deux premiers pigments sont très faibles, alors que le rouge est relativement stable et bien conservé.

L'**écusson des Visconti** sur la marge inférieure est assez bien conservé dans la partie centrale. Le pigment vert est presque entièrement lacunaire, le pigment bleu est faible et un peu lacunaire, le pigment rouge est plus stable mais fortement craquelé. L'or est bien lié, tout comme le noir qui présente tout de même quelques lacunes, surtout dans la partie inférieure.

Les **initiales** principales du texte, toujours inscrites dans un carré, ont le fonds soit rouge foncé, soit bleu. Les premières sont en général bien conservées, parfois en excellent état de conservation, parfois avec quelques craquelures. Les initiales avec fond bleu sont beaucoup plus faibles; l'état varie entre quelques petites lacunes peu visibles et de très vastes lacunes. La couleur or utilisée pour l'écriture des lettres et la couleur blanche de la décoration sont bien conservées, dans la mesure où le fonds le permet. Le pigment bleu, qui contient des sels de cuivre, tends à attaquer le parchemin; on remarque une migration des sels de cuivre sur le parchemin directement en contact avec les pigments bleus.

✓
Mottiffo ducale f LXII^v: miniature bien conservée, sauf le bleu qui est faible et lacunaire sur la manche. Les pigments bruns et noir sont très stables et bien conservés. L'écriture en bleu est affaiblie.

Dessins: les encres et couleurs utilisées pour tracer et colorier les dessins de la dernière partie sont stables et bien liés au parchemin; les dommages sont causés par les micro-organismes et les manipulations des feuilles.

2.3 RELIURE

La couture maintient encore l'unité du corps du livre, mais trois des quatre nerfs sont sectionnés sur les charnières antérieure et postérieure. Les feuilles de garde sont en grande partie déchirées dans le pli. La tranche supérieure conserve encore quelques fragments de fils multicolores, alors que celle inférieure est perdue. La couverture est légèrement déchirée dans la charnière antérieure et dans les remplis sur les tranches. Les lacets de la couverture sont sectionnés à leur sortie du parchemin.



3. TRAITEMENT DE RESTAURATION

3.1 OPERATION EXECUTEES

Etude et démontage

Avant d'entreprendre tout travail direct nous avons étudié le caractère matériel de l'ouvrage et son état de conservation; nous avons documenté avec des photographies l'état du volume avant la restauration. A l'aide d'une loupe binoculaire et de lumière froide nous avons étudié les décorations polychromes, leur stabilité et leur liaison avec le parchemin; quelques aspects ont été documentés par des microphotographies, jointes à ce rapport.

Le démontage de la reliure était indispensable pour pouvoir restaurer les feuilles; le choix a été facilité par le fait que la reliure n'offrait plus une protection suffisante aux cahiers, et que la liaison entre le corps du livre et la couverture était presque complètement dissoute.

Nous avons séparé les cahiers et les feuilles; au fond des cahiers nous n'avons pas trouvé des poussières en quantité suffisante pour être récoltées. Les feuilles ont été prudemment nettoyées à sec, pour éliminer quelques traces de mains sales et quelques accumulations de poussière. Sur les surfaces écrites ou décorées, le nettoyage a été limité à un brossage très doux; l'effet du nettoyage a été contrôlé sous microscope pour garantir l'absence d'effets secondaires nuisibles.

Mise à plat

Les feuilles ont été climatisées individuellement, pendant 14 à 16 heures, dans une enceinte climatisée à 18 degrés et 92% d'humidité relative, pour assouplir le parchemin; le parchemin légèrement humide a été mis à plat sur une table aspirante. Par ce traitement on reproduit les conditions de production du parchemin, en permettant toutefois aux feuilles de s'organiser librement sur deux axes (largeur et hauteur) tandis que le vide empêche toute déformation dans le troisième axe. Quand les feuilles avaient atteint l'équilibre hygrométrique avec l'atmosphère de l'atelier, contrôlée à 50% d'humidité relative, elles ont été mises sous poids individuellement, pendant plusieurs mois.

Restauration du parchemin

Le travail de restauration était particulièrement difficile à cause de la minceur du parchemin, de l'écriture recto-verso et de la superposition des dommages. De plus, le bord des lacunes était très fragile, et on ne pouvait pas éliminer les parties faibles pour utiliser le parchemin sain car les parties faibles portaient des informations (texte ou dessin) précieuses. Les techniques traditionnelles de restauration ne permettaient pas d'obtenir un résultat satisfaisant.

Nous avons développé pour ce manuscrit une technique de restauration innovatrice à cette époque (1992-93), consistant à combler les lacunes avec un



mélange de fibres de parchemin et de cellulose, en suspension dans une solution idro-alcoolique avec des liants.

Du point de vue de la stabilité chimique des composantes, la suspension comprend des matières très bien compatibles et stables à long terme. Appliquée sur une table aspirante, cette suspension forme un feutre de fibres suffisamment solides et compatibles avec le caractère du parchemin affaibli par des micro-organismes. De cette manière il est également possible de renforcer de manière discrète les bords de la lacune, pour éviter qu'une nouvelle cassure se produise entre les parties ajoutées et les parties originales.

Les parties lacunaires et une très grande quantité de petites lacunes a été restaurée, pièce par pièce, avec cette méthode. Pour stabiliser les très petites déchirures sur les marges nous avons utilisé du papier japon très mince, collé avec une quantité minimale de colle d'amidon de blé. Cette étape des travaux de restauration a été particulièrement longue, et a demandé plus de 200 heures de travail. Malgré tout, les parties non traitées des marges restent fragiles, et il faut manipuler avec beaucoup de prudence les feuilles.

Le parchemin de ce livre est très sensible aux variations hygrométriques et très réactif aux changements physiques; ainsi nous avons laissé sous poids le parchemin restauré pendant deux ans pour améliorer sa stabilité. Ensuite, nous avons recomposé les cahiers, et nous avons préparé deux cahiers de feuilles de garde en papier chiffon pour protéger le début et le fin du livre.

Reliure

En accord avec le Conservateur M. Monnier, nous avons décidé de conserver séparément la reliure originale du livre. Nous avons confectionné une nouvelle reliure, avec des techniques et des matériaux simples de la fin du XV^e siècle, qui ont prouvé leur qualité et leur stabilité. Les cahiers ont été cousus sur quatre nerfs en cuir de chèvre tanné à l'alun selon la recette de Cennini, avec du fil de lin écru; avec les mêmes matières nous avons confectionné des tranchefiles en tête et en pied, dont le fil descend dans chaque cahier se nouer autour du point de chaînette de la couture, de manière à consolider le corps du livre. Nous avons complètement renoncé à utiliser de la colle au dos du livre, pour favoriser l'ouverture de la reliure et pour garantir un éventuel futur démontage sans problème. En effet, il suffit de couper le fil de couture pour libérer les cahiers de la reliure.

La couverture a été faite en carton de pure cellulose, recouvert de parchemin de mouton doublé de papier; le parchemin n'est pas collé sur la surface des couvertures, mais uniquement près du dos et sur les remplis. Les nerfs et les âmes des tranchefiles passent à travers le parchemin par un point visible, qui renforce la liaison entre le corps du livre et la couverture et crée une structure agréable à l'oeil. Cette technique était fréquemment utilisée pour les reliures d'archives à la fin du moyen-âge. La couverture a été munie d'attaches en cuir,



de manière à protéger le livre et à rendre conscient le lecteur dans son approche au manuscrit.

Coffret de conservation

Le livre étant particulièrement sensible soit aux sollicitations mécaniques que aux variations hygrométriques, il convenait de trouver une protection adéquate. Nous avons préparé un coffret en carton de conservation avec charge alcaline, recouvert de toile de lin. Ce coffret protège le livre restauré et sa couverture originale, qui se trouve dans un compartiment séparé; l'insertion d'un élément Art-Sorb™ stabilise ultérieurement le climat à l'intérieur de la boîte.

Opérations finales

La couverture originale a été laissée dans l'état que nous avons trouvé, sauf quelques déchirures instables du papier des feuilles de garde, que nous avons restauré avec du papier japon et de la colle d'amidon de blé. La rédaction de ce rapport termine les travaux de restauration.

3.2 MATIERES ET PRODUITS UTILISEES, REVERSIBILITE

- Nettoyage à sec: gommes et poudres de gomme
- Mise à plat: climatisation pendant 14 à 16 heures dans une enceinte conditionnée à 18 degrés et 92% d'humidité relative, mise à plat sur table aspirante
- Restauration du parchemin
 - suspension de fibres de parchemin, fibres de cellulose pure, méthylcellulose MH 50, colle de gélatine pure, dans un mélange d'alcool éthylique et eau déminéralisée. Les restaurations sont démontables avec de la vapeur tiède.
 - papier japon de pure cellulose Nao RH0, 8 g/m², collé avec colle d'amidon de blé. les restauration sont démontables avec de la vapeur froide ou de l'eau froide.
- Reliure: papier de garde pur chiffon à la cuve Green, sans acides, cuir de chèvre tanné à l'alun selon la recette de Cennini, parchemin de mouton doublé de papier de pure cellulose, carton de pure cellulose Tschudi Eterno, colle Planatol Elasta diluée avec méthylcellulose MH 50 dans l'eau déminéralisée, sans contact avec les parties originales du livre. Les parties originales sont démontables en sectionnant le fil de couture et celui des tranchefiles.
- Coffret: carton de pure cellulose Tschudi Eterno, toile de lin, colle Planatol Elasta diluée avec méthylcellulose MH 50 dans l'eau déminéralisée, natte de gel de silice Art-Sorb™.



3.3 CONSERVATION FUTURE

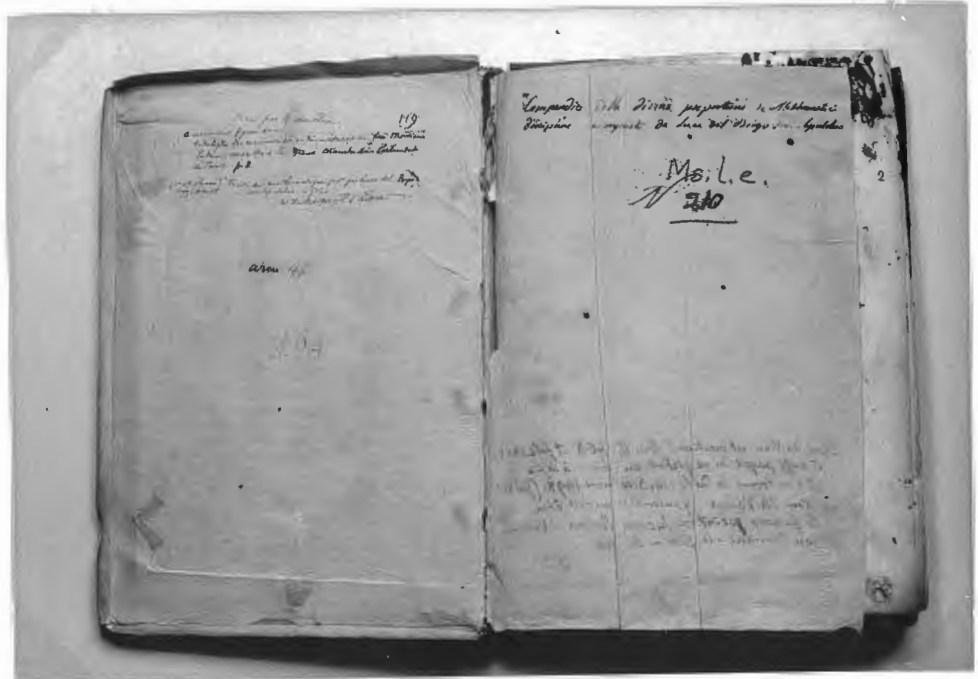
Les traitements de restauration ont permis de corriger les déformations du parchemin, de combler les parties lacunaires et de consolider les parties faibles ou déchirées. Cependant, ce volume reste fragile, car les zones attaquées par les micro-organismes sont toujours moins résistantes que les parties saines du parchemin. Il est indispensable de protéger ce volume avec soin, et en particulier:

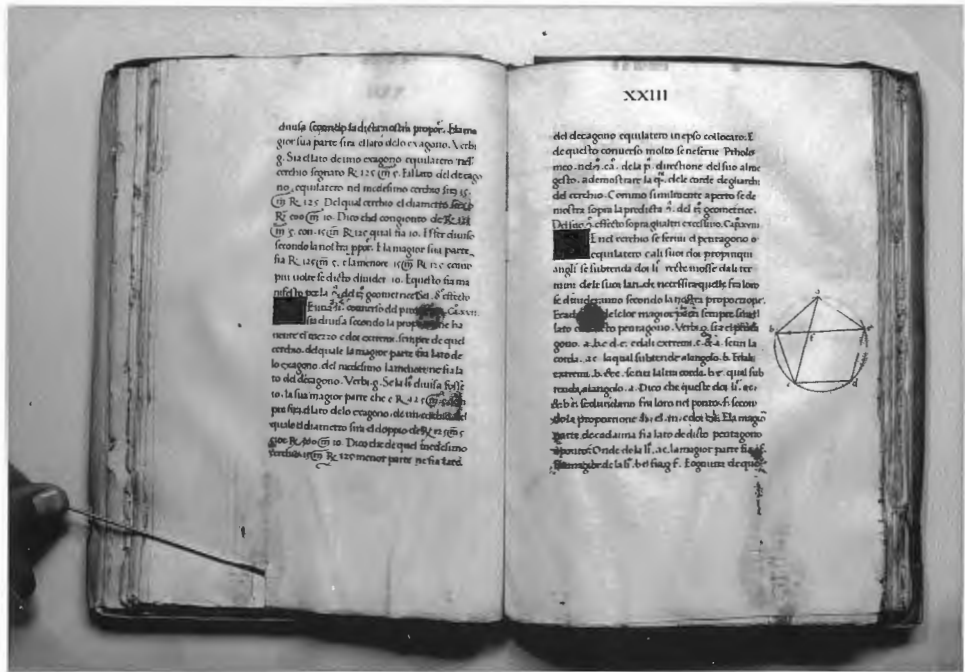
1. Il faut éviter tout changement climatique rapide; lors d'une variation brutale de l'humidité relative, le parchemin sain réagira avec une dilatation ou une contraction différente par rapport aux parties endommagées et aux parties restaurées. De cette manière se créent des déformations et des tensions, qui favorisent ensuite la formation de dommages mécaniques. Le coffret de conservation atténue sensiblement les changements hygrométriques, mais quand on sort le livre du coffret la variation hygrométrique peut être forte. Il serait idéal de conserver et de consulter le livre dans un climat constant. Si cela n'est pas possible, il faut tenir compte que le livre s'adapte lentement au climat du magasin où il est conservé, et il faudrait vérifier s'il y a une différence climatique sensible ($\pm 5\%$ d'humidité relative) entre le local de conservation et celui de consultation.
2. Il faut protéger le livre d'une quantité excessive de lumière. Si lors d'une consultation ordinaire ce facteur joue un rôle secondaire, tel n'est pas le cas lors d'une utilisation intensive ou d'une exposition prolongée. Dans ce cas, la quantité et la qualité de la lumière doivent être évaluées avec soin.
3. La manipulation du livre et le contact avec ses pages doit être délicate, car il est possible de provoquer de nouveaux dommages par des gestes un peu brutaux.
4. Pour le reste, sont valables les normes usuelles de conservation.

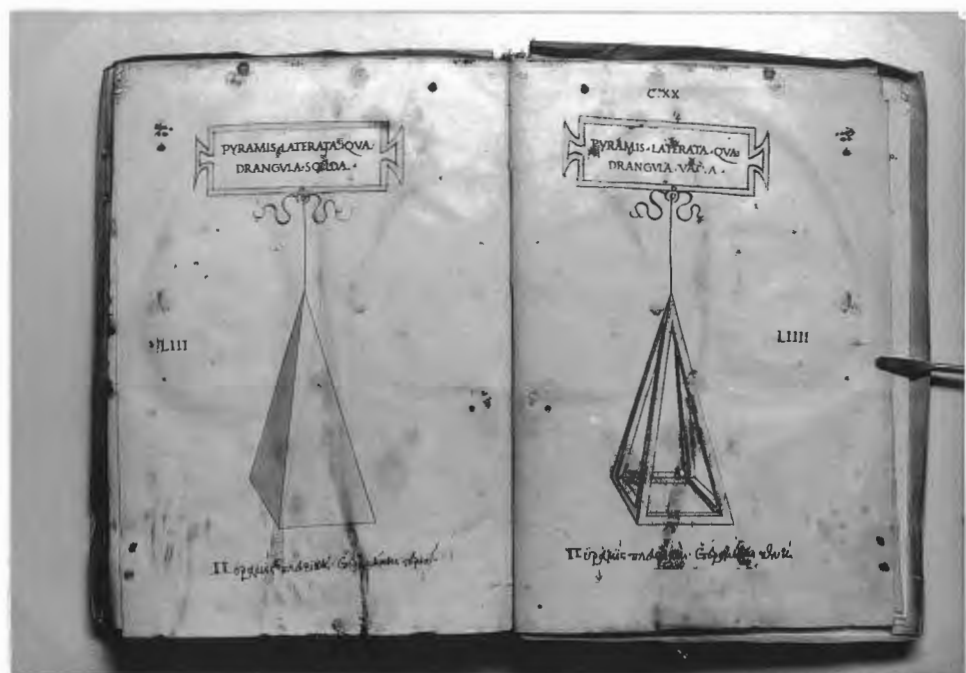
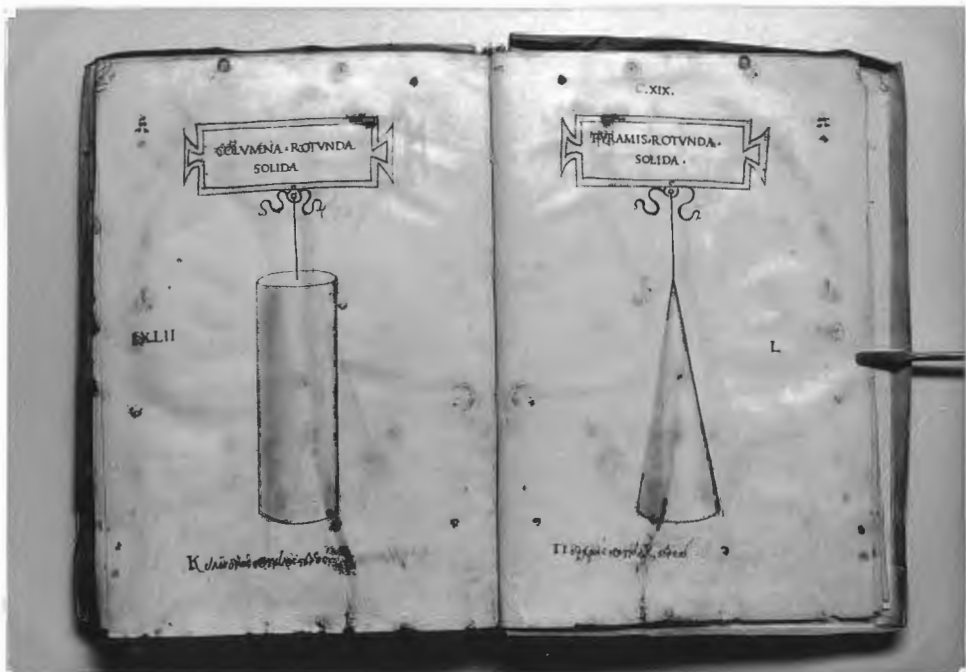
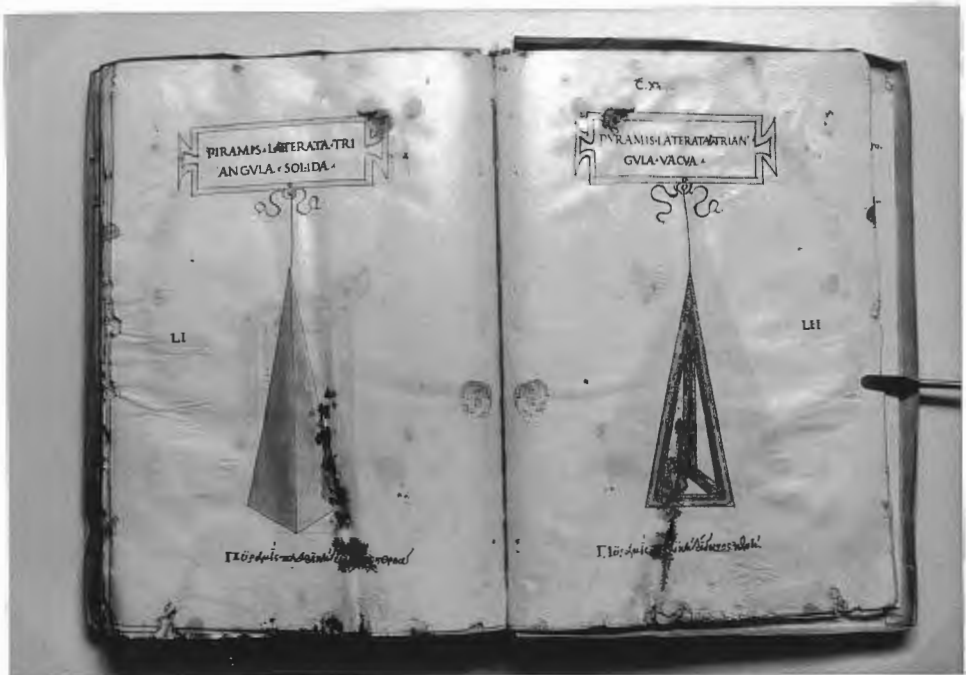
Remarques finales

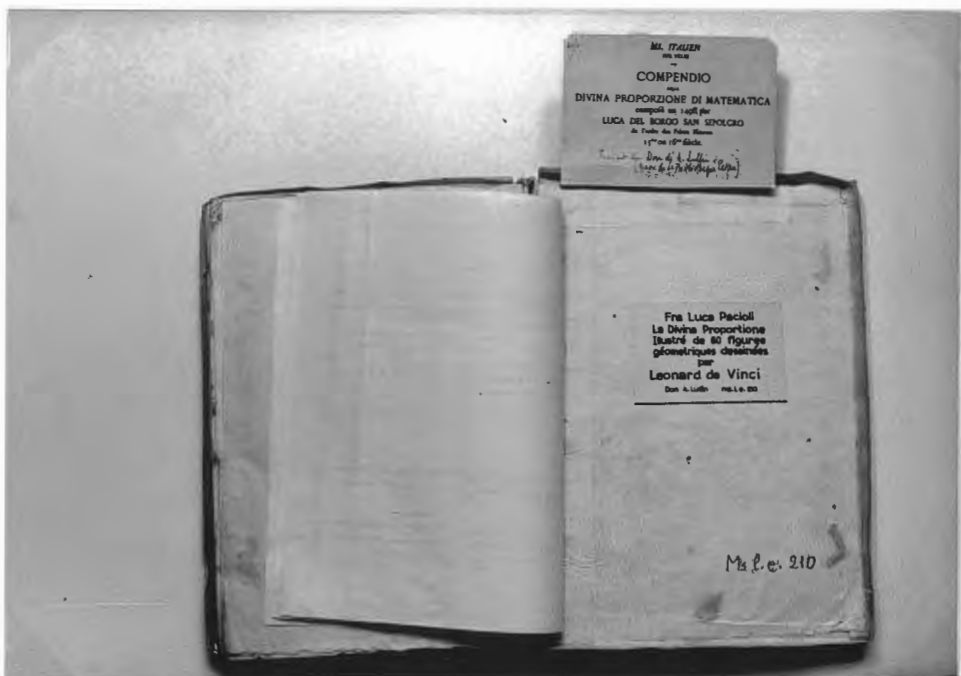
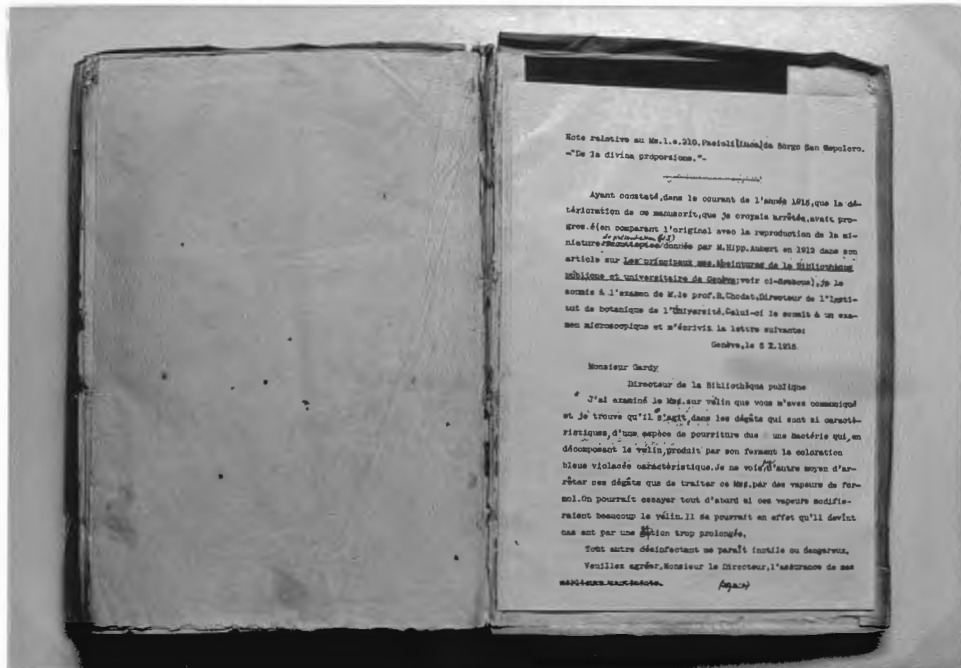
Les travaux de restauration ont demandé environ 375 heures de travail entre juillet 1992 et octobre 1996, et ont été exécutés avec la collaboration de Mme Marie Besson (restauration du parchemin avec suspension de fibres) et de Mme Elena Parolini (restauration de petits dommages sur les marges), restauratrices dans mon Atelier à Bellinzona.

Bellinzona, le 30 octobre 1996



















RI

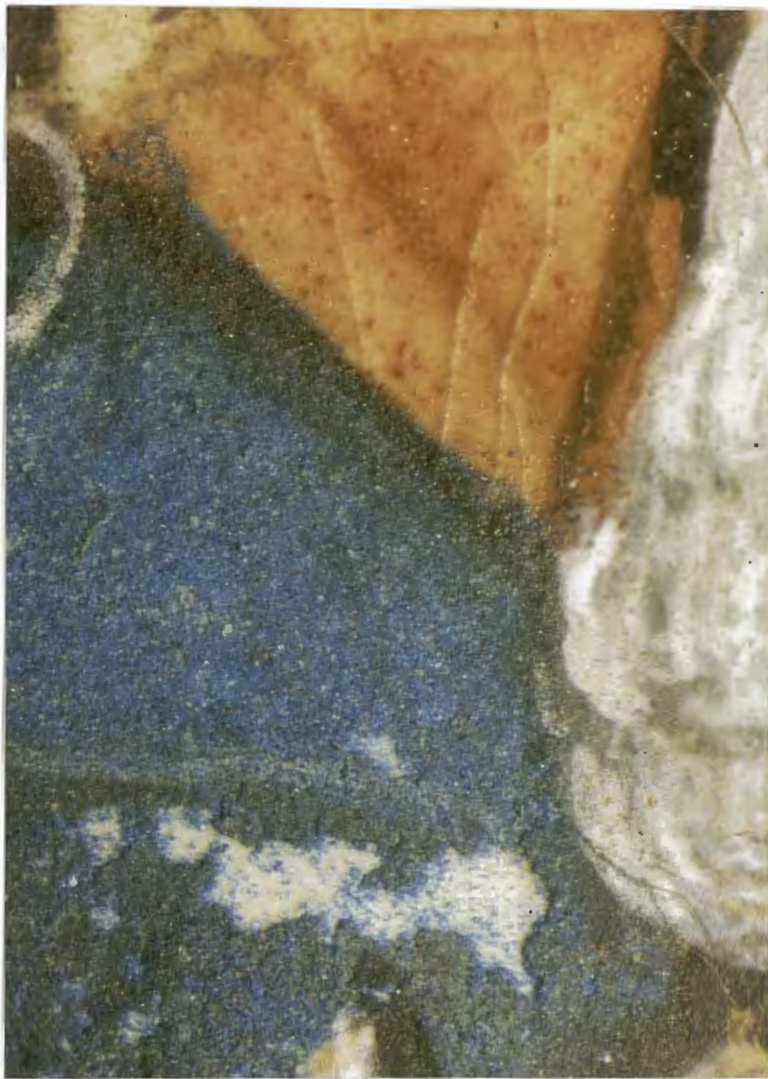


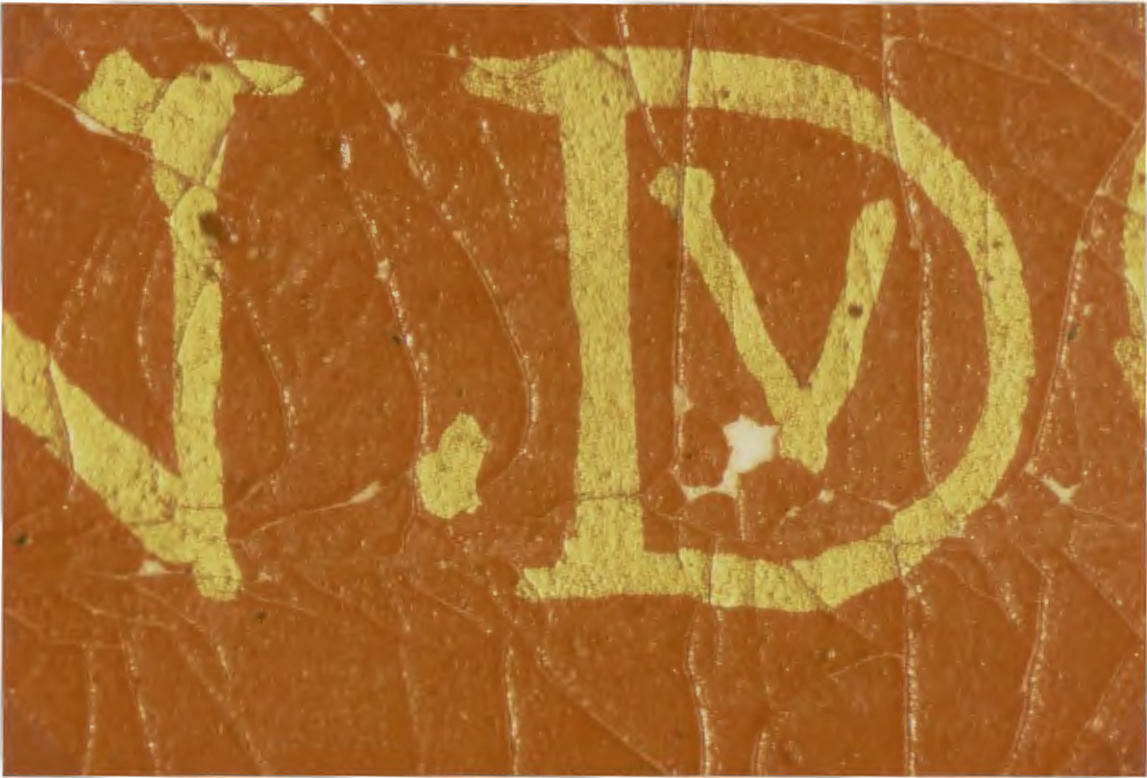
Fig. I, détails du
personnage
à gauche

épaule gauche



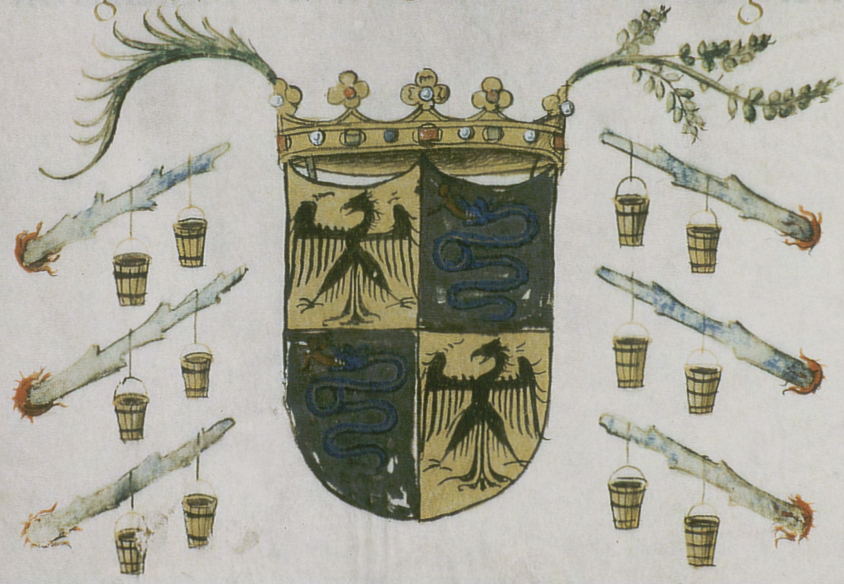
meins

f I, titre



f I, marge à gauche
de la miniature

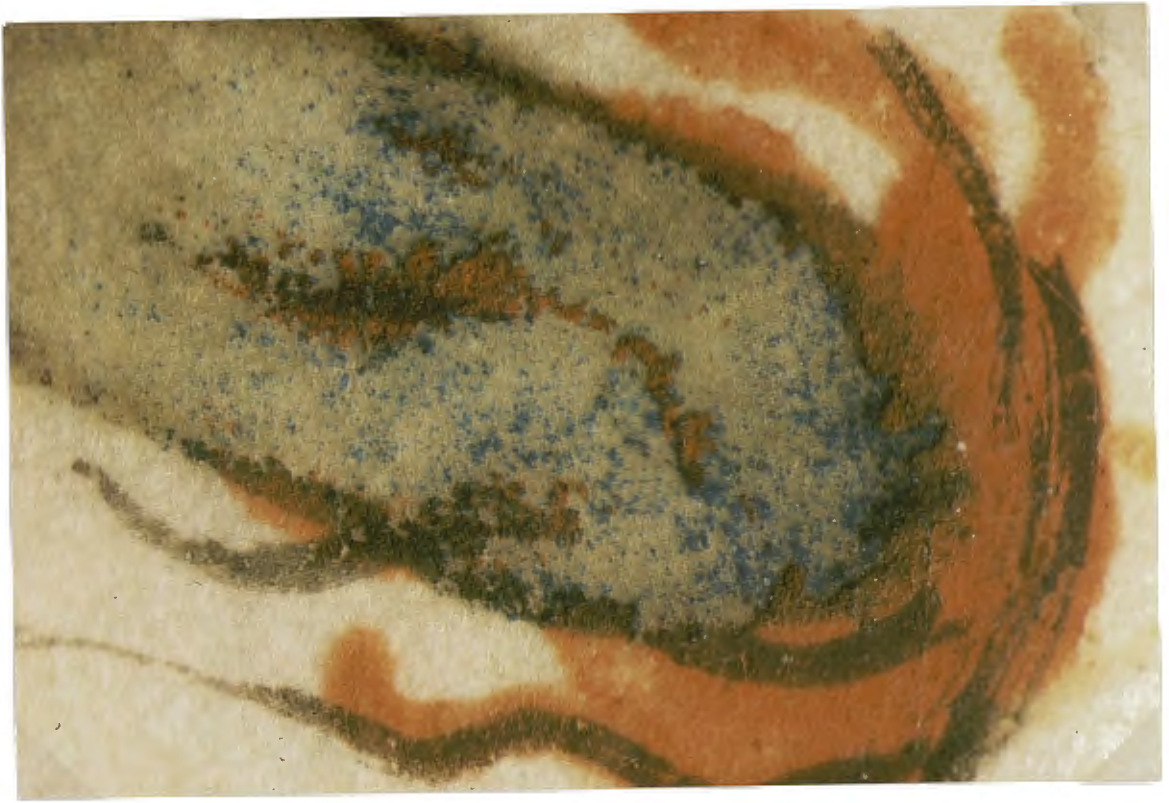
teraphico ordine. et in pace. et ubi. o
theologo. Mastro Gometio. col dignissim



f I, marge
inférieure,
détails



f1, marge inférieure



E pero conuenientissimo fia el motto el suo effetto



mottiuo ducale

§ 62^v, details

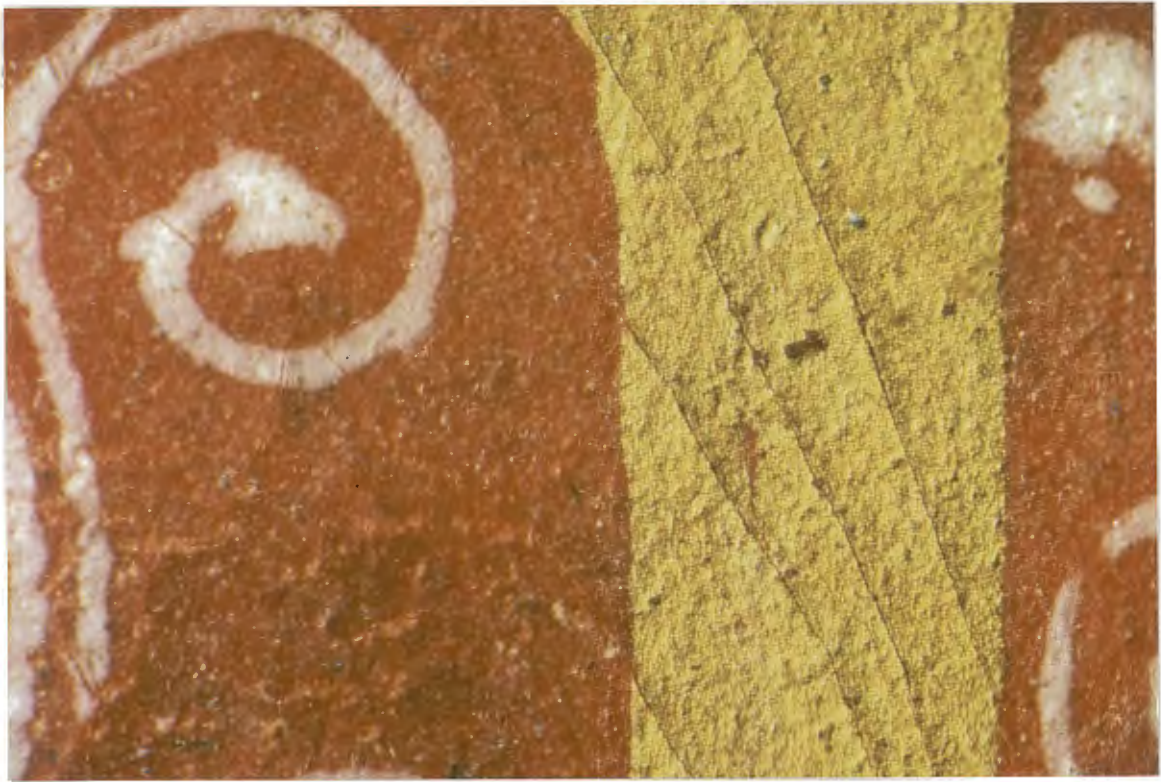


menche





f 51v



f 12v



Fra Luca Pacioli
DE DIVINA PROPORZIONE
Bibliothèque publique et Universitaire de Genève
Ms I.e. 210

