

# **Conservation-restauration des polymères utilisés dans l'horlogerie depuis la fin du 19<sup>e</sup> siècle.**

**Approche pluridisciplinaire.**

**Projet Sagex n° 15141**

**Rapport VT1**

**Etude des objets du corpus**

Annick Vuissoz, Tobias Schenkel, Julita Beck et Nathalie Ducatel

## Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
DEROULEMENT DU VOLET TECHNIQUE .....	4
1. <i>Sélection du corpus</i> .....	4
2. <i>Méthodologie</i> .....	4
3. <i>Présentation des résultats</i> .....	5
LES PROBLEMES LIES AUX MATIERES PLASTIQUES - LEUR DEGRADATION .....	6
<i>Signes de détérioration des plastiques</i> .....	6
<i>Causes des dégradations</i> .....	7
FACTEURS D'INFLUENCE .....	9
<b>ETUDE DES OBJETS DU CORPUS .....</b>	<b>11</b>
HORLOGE DE VACHEY .....	12
1- <i>Fiche d'inventaire</i> .....	12
2- <i>Constat d'altérations</i> .....	14
2-1- <i>Aspects technologiques</i> .....	14
2-2 <i>Inventaire des parties en plastique</i> .....	21
2-3- <i>Altérations des plastiques</i> .....	42
3- <i>Diagnostic</i> .....	86
4- <i>Proposition de traitement</i> .....	98
MONTRE OMEGA .....	102
1- <i>Fiche d'inventaire</i> .....	102
2- <i>Constat d'altérations</i> .....	103
2-1- <i>Aspects technologiques</i> .....	103
2-2 <i>Inventaire des parties en plastique</i> .....	104
2-3- <i>Altérations des plastiques</i> .....	105
3- <i>Diagnostic</i> .....	107
4- <i>Proposition de traitement</i> .....	107
MONTRE SWATCH .....	109
1- <i>Fiche d'inventaire</i> .....	109
2- <i>Constat d'altérations</i> .....	110
2-1- <i>Aspects technologiques</i> .....	110
2-2 <i>Inventaire des parties en plastique</i> .....	112
2-3- <i>Altérations des plastiques</i> .....	112
3- <i>Diagnostic</i> .....	115
4- <i>Proposition de traitement</i> .....	116
REVEIL JUNGHANS .....	118
1- <i>Fiche d'inventaire</i> .....	118
2- <i>Constat d'altérations</i> .....	119
2-1- <i>Aspects technologiques</i> .....	119
2-2 <i>Inventaire des parties en plastique</i> .....	120
2-3- <i>Altérations des plastiques</i> .....	121
3- <i>Diagnostic</i> .....	124
4- <i>Proposition de traitement</i> .....	125
REVEIL THORENS .....	127
1- <i>Fiche d'inventaire</i> .....	127
2- <i>Constat d'altérations</i> .....	128
2-1- <i>Aspects technologiques</i> .....	128
2-2 <i>Inventaire des parties en plastique</i> .....	130
2-3- <i>Altérations des plastiques</i> .....	131
3- <i>Diagnostic</i> .....	134
4- <i>Proposition de traitement</i> .....	134
MINUTEUR DE CUISINE SMITHS .....	136
1- <i>Fiche d'inventaire</i> .....	136
2- <i>Constat d'altérations</i> .....	137

2-1- Aspects technologiques .....	137
2-2 Inventaire des parties en plastique .....	139
2-3- Altérations des plastiques .....	140
3- Diagnostic .....	143
4- Proposition de traitement.....	144
HORLOGE SECTICON .....	145
1- Fiche d'inventaire.....	145
2- Constat d'altérations .....	146
2-1- Aspects technologiques .....	146
2-2 Inventaire des parties en plastique .....	148
2-3- Altérations des plastiques .....	149
3- Diagnostic .....	153
4- Proposition de traitement.....	155
HORLOGE FAVRE ET FILS .....	157
1- Fiche d'inventaire.....	157
2- Constat d'altérations .....	157
2-1- Aspects technologiques .....	157
2-2 Inventaire des parties en plastique .....	159
2-3- Altérations des plastiques .....	159
3- Diagnostic .....	162
4- Proposition de traitement.....	162
HORLOGE OSCILLOQUARTZ.....	163
1- Fiche d'inventaire.....	163
2- Constat d'altérations .....	164
2-1- Aspects technologiques .....	164
2-2 Inventaire des parties en plastique .....	165
2-3- Altérations des plastiques .....	166
3- Diagnostic .....	171
4- Proposition de traitement.....	171
HORLOGE FAVAG.....	173
1- Fiche d'inventaire.....	173
2- Constat d'altérations .....	173
2-1- Aspects technologiques .....	173
2-2 Inventaire des parties en plastique .....	175
2-3- Altérations des plastiques .....	176
3- Diagnostic .....	181
4- Proposition de traitement.....	181
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>183</b>
ÉTAT DE CONSERVATION DES OBJETS .....	183
SPECIFICITES LIEES A L'HORLOGERIE .....	183
CONNAISSANCES EN MATIERE DE CONSERVATION DES PLASTIQUES .....	184
LES COLLECTIONS DU MUSEE INTERNATIONAL D'HORLOGERIE .....	184
PERSPECTIVES DE RECHERCHES FUTURES.....	184
<b>LEXIQUE.....</b>	<b>185</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>185</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>188</b>
Dossiers photos .....	188

## **Introduction**

Ce rapport est consacré à la présentation du diagnostic de conservation-restauration des parties en polymères des 10 objets du corpus d'étude.

### **Déroulement du volet technique**

#### **1. Sélection du corpus**

Le volet technique du projet CROHP est basé sur l'étude de 10 objets horlogers sélectionnés de façon à avoir un balayage aussi large que possible des problématiques de conservation-restauration rencontrées avec les polymères. Il comprend des pièces d'époques différentes (du début à la fin du 20<sup>ème</sup> siècle), soumis à des contraintes variées suivant leur usage (au poignet, dans une cuisine, fixe...) et leur statut (objets du quotidien ou objets de prestige).

Ce corpus regroupe 9 objets sélectionnés au sein des collections du Musée international d'horlogerie (MIH) :

- 1 horloge monumentale : l'horloge Vachey
- 4 horloges : Favre, Favag, Oscilloquartz et Secticon
- 1 montre : Omega
- 2 réveils : Thorens, Junghans
- 1 minuteur de cuisine : Smiths

Afin de compléter notre panel, nous avons reçu par prêt privé :

- 1 montre Swatch

Les matières plastiques présentes dans ces objets ont été différenciées en 3 ensembles, selon les utilisations susceptibles d'avoir des implications sur la nature des polymères sélectionnés et leurs processus de dégradation. Ils sont répartis ainsi :

- des boîtiers en polymères durs ;
- des isolants de fils électriques en polymères mous ;
- des imitations du verre.

#### **2. Méthodologie**

L'analyse des objets a été réalisée par trois conservateurs-restaurateurs, dont un de formation horlogère, et une chimiste. Ils ont travaillé à partir des méthodes classiques de la conservation-restauration : l'examen de surface (visuel, tactile et olfactif) et l'examen de surface sous UV.

Ces observations ont permis une caractérisation qualitative et quantitative des altérations de toutes les parties plastiques constitutives des objets.

Des échantillons ont parfois été prélevés sur certains objets afin d'en analyser la composition. Suivant les règles de la conservation-restauration, nous n'avons prélevé des échantillons que lorsque les analyses non des-

tructives étaient insuffisantes, et en prenant soin de ne pas endommager l'objet, du moins visuellement. Pour certaines pièces, trop précieuses pour être découpées, seules des méthodes d'analyses non destructives ont été utilisées.

Cette analyse s'appuie également sur les résultats de :

- l'étude historique des objets du corpus, ainsi que de l'étude du contexte d'apparition des matières plastiques dans l'horlogerie, présentés dans le rapport historique VSH1-1 et VSH1-2 ;
- l'identification des polymères constitutifs des objets, réalisée par l'Ecole d'ingénieurs et d'architectes de Fribourg, et présentée dans le rapport VT2 ;
- le bilan des propriétés des plastiques utilisés et de leurs processus spécifiques de dégradation, présenté dans le rapport VT3 ;
- le bilan des recherches effectuées dans le domaine de la conservation des matières plastiques et des centres de recherche de référence dans ce domaine, ainsi que des recommandations de conservation des matières plastiques, réunis dans le rapport VT4.

### **3. Présentation des résultats**

Dans une première partie, en préliminaire à l'étude des objets, nous proposons un bilan général sur les problèmes de dégradation des matières plastiques.

Dans une seconde partie, nous présentons les résultats du diagnostic de conservation-restauration des 10 objets étudiés avec pour chacun :

- une description technique (type d'objet, matériaux constitutifs, conception/décors, fonction/usage), présentée sous forme de fiche d'identité ;
- un constat des altérations touchant les matières plastiques présentes, avec un tableau récapitulatif ;
- un diagnostic, expliquant les causes de ces altérations ;
- une proposition de traitement des plastiques.

Les photos des objets sont compilées dans une annexe, suivant l'ordre de présentation des objets. Des renvois sont effectués depuis le texte afin d'illustrer les propos.

## **Les problèmes liés aux matières plastiques - Leur dégradation**

John Morgan<sup>1</sup> écrit que, selon la croyance populaire, les plastiques ne nécessitent aucun entretien et sont virtuellement indestructibles. Cette croyance a probablement été encouragée par les discours des fabricants. Or, ces matériaux s'altèrent dans des conditions environnementales normales. Le processus de vieillissement est inévitable. Il est spécifique à chaque matériau, et dépend entre autres du temps et de l'environnement. Des dégradations particulières en découlent.

Dans le cas des matières plastiques, ces processus sont complexes, inévitables et irréversibles. Il semblerait que les changements physiques et chimiques dans le plastique progressent lentement à température ambiante, sous la forme de pallier, non pas de manière continue. Ces changements sont rarement visibles sur les plastiques neufs, mais induisent des dégradations à long terme.<sup>2</sup> Des signes apparaissent donc lorsque les processus de dégradation sont déjà bien entamés.

### **Signes de détérioration des plastiques** <sup>3 4</sup>

Il existe de nombreux signes indiquant la dégradation de la matière plastique constituant les objets. Ces dégradations existent pour tous les plastiques, même si certains sont plus sujets à certains types de dégradations. C'est la raison pour laquelle l'identification des plastiques est primordiale, ceci afin d'anticiper les dégradations (leurs causes et effets) et préserver les objets faits de plastique.<sup>5</sup>

Ces signes, observés autant au niveau de la surface que de la matière, sont : <sup>6 7 8</sup>

- rayures, enfoncements, cassures, lacunes ;
- fragilité ;
- craquelures : fissuration microscopique dues à l'effort, au stress, souvent combinées à un environnement particulier, tel que la vapeur de solvant ou l'humidité ;
- déformation : due à la perte inégale de plastifiant ou à la chaleur ;
- modification de la flexibilité : due à la lixiviation ou à la migration de plastifiant ;
- délamination : désolidarisation/séparation de différentes couches de plastique originellement jointes ;
- effilochage : détachement de fibres cassées ;
  
- décoloration ;
- fissuration ;
- émiettage : transformation du plastique en matière poudreuse, non solidaire ;
- boursofflures : apparition de petites bulles/cloques en surface, surtout de manière localisée ;
- friabilité ;
- efflorescences : apparition de matière poudreuse ou cristalline en surface ;
- exsudation : apparition de liquide en surface de la matière plastique, due à la migration de plastifiants vers la surface ;
- odeurs ;
- acidité de la surface ;
- perte d'adhérence : pour le skaï.<sup>9</sup>

---

1 Morgan, 1991, p.14.

2 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

3 Quye and Keneghan, 1999, p.111-135.

4 Braekman, Rapport VT3, p.21-23.

5 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

6 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

7 Morgan, 1991, p.14-16.

8 Ramel, 2006.

9 Un lexique français-anglais des termes spécifiques de types de dégradation se trouve en fin de rapport, afin de faciliter la recherche de documentation en anglais.

Des signes indirects peuvent aussi indiquer la dégradation d'un plastique : <sup>10</sup>

- corrosion du métal environnant : due parfois au dégagement d'acide par le plastique ;
- désintégration du papier, textile ou carton utilisés pour l'emballage : idem ;
- chaleur : augmentation de la chaleur du plastique par sa propre dégradation.

## Causes des dégradations

Différents auteurs, comme Morgan<sup>11</sup>, Shashoua<sup>12</sup>, Quye et Keneghan<sup>13</sup>, s'accordent à penser que la dégradation des plastiques est due à deux causes majeures : physique et chimique.

On notera que la liste des signes observables de dégradation des matières plastiques (ci-dessus) est séparée en deux blocs. Le premier représente des signes dont l'origine est physique, tandis qu'elle est chimique pour le deuxième.

Il existe également des dégradations mécaniques (donc physiques) et des dégradations physico-chimiques. Par causes mécaniques, on sous-entend les manipulations, le transport, le rangement, l'exposition, la mise en œuvre et l'usure des objets, donc de la matière le constituant.<sup>14</sup>

### Les causes physiques

Les causes physiques de dégradation comprennent : <sup>15 16 17</sup>

1. les tensions, la fatigue, mouvements contraires et les dommages mécaniques, résultant de l'utilisation des objets en plastique ;
2. l'excès initial d'adjuvant, la migration d'additifs de l'intérieur vers la surface ou la perte d'additifs par sublimation ;
3. l'absorption de liquides ou de vapeurs ;
4. l'exposition à des températures hautes ou basses, à un changement rapide de température ou des variations climatiques

### Les causes chimiques

Les dégradations chimiques sont dues aux réactions chimiques au niveau du polymère, ou parfois des additifs. Elles sont particulièrement dangereuses, car irréversibles. On dénote surtout : <sup>18 19 20 21</sup>

1. l'oxydation
2. l'hydrolyse
3. la photo-oxydation

---

<sup>10</sup> The Plastic Historical Society [en ligne].

<sup>11</sup> Morgan, 1991, p.14-16.

<sup>12</sup> Shashoua, 2006, p.184-210.

<sup>13</sup> Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

<sup>14</sup> Ramel, 2006.

<sup>15</sup> Morgan, 1991, p.14-16.

<sup>16</sup> Shashoua, 2006, p. 198-199.

<sup>17</sup> Ramel, 2006.

<sup>18</sup> Morgan, 1991, p.14-16.

<sup>19</sup> Shashoua, 2006, p.198-199.

<sup>20</sup> Ramel, 2006.

<sup>21</sup> Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

4. la réticulation
5. la dégradation thermo-chimique

Ces changements à la base de nombreux processus de dégradation des plastiques historiques peuvent être expliqués comme suit : <sup>22</sup>

La dégradation chimique a lieu lorsque la structure chimique du polymère change. Une scission des chaînes de molécules peut intervenir lorsque de l'énergie, par exemple sous forme de chaleur ou de radiation ultraviolette (UV), casse les liaisons dans le polymère pour créer de plus petites chaînes. Les propriétés mécaniques du polymère s'en trouvent modifiées, car elles dépendent de la longueur de la chaîne moléculaire. La réticulation, elle, se produit lorsque deux chaînes de polymère se joignent par liaison chimique. Cela se produit par l'absorption d'une radiation d'énergie haute, comme les ultraviolets. Cette production de liaisons tridimensionnelles induit la rigidification et la fragilisation du plastique.

Les fluctuations de température entraînent des tensions à l'intérieur du polymère, pouvant induire des fissurations du plastique. Les conditions environnementales, comme le rayonnement UV, affectent les couleurs et la brillance. La migration de plastifiants et autres additifs se traduit par une surface poisseuse, collante, montrant parfois des efflorescences. <sup>23</sup>

D'autres phénomènes, comme la dégradation due à l'exposition à des acides et des bases, sont dus à un environnement humide ou inadéquat aux polymères. Des attaques microbiennes, donc une biodégradation, peuvent survenir si le plastique est d'origine naturelle, dans un environnement humide, chaud. Il s'agit en fait d'une oxydation due aux enzymes de microorganismes.<sup>24</sup>

Les principaux facteurs responsables des causes de changements chimiques au sein des polymères sont : <sup>25</sup>

- la lumière, particulièrement les rayons ultraviolets et infrarouges ;
- la chaleur ;
- l'oxygène ;
- l'ozone ou d'autres contaminants atmosphériques ;
- l'humidité ;
- le contact avec des agents chimiques ;
- l'attaque biologique.

Le facteur nécessaire dans les processus de dégradation des matières plastiques est donc l'énergie. Elle se trouve sous la forme de chaleur (rayons infrarouges), de lumière (ultraviolets), tensions ou polluants. <sup>26</sup> En effet, les ultraviolets ont une énergie suffisante pour casser les liaisons chimiques entre carbone et carbone, ou carbone et oxygène (liaisons à la base d'un polymère), à l'intérieur du polymère. Les tensions peuvent aussi casser des liaisons chimiques. Les hautes températures dégradent les plastiques par pyrolyse. L'augmentation de température depuis la température ambiante accélère les processus d'altération. La dégradation des plastiques est aussi causée ou accélérée par des agents chimiques, comme des polluants (ozone), l'eau (induisant l'hydrolyse), le métal (catalysant la dégradation), les acides (induisant l'hydrolyse) et les vapeurs organiques (pouvant dissoudre ou ramollir des plastiques).<sup>27</sup>

La combinaison entre un type de réaction et son déclencheur induit des processus de dégradation spécifiques/particuliers, par exemple la photo-oxydation, la thermo-oxydation.<sup>28</sup>

---

22 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

23 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

24 Wiles, 1993, p.105-112.

25 Morgan, 1991, p.14-16.

26 Shashoua, 2006, p.198-199.

27 Blank, 1990.

28 Crighton, 1988, p.14-15.

## Facteurs d'influence

Plusieurs facteurs supplémentaires influencent la longévité d'un objet en plastique, à savoir la composition des matières plastiques (polymère, additifs et impuretés), l'élaboration et la construction physique de l'objet, ainsi que les conditions environnementales, de stockage ou d'exposition.<sup>29</sup>

Lorsque l'on considère les causes des altérations des plastiques, il faut tenir compte des paramètres de fabrication des objets en matière plastique et de leur utilisation. On peut parler de défauts de la matière.<sup>30</sup> Ces défauts sont effectivement associés aux altérations. L'identification de ces défauts est une étape supplémentaire dans la compréhension des altérations subies par un objet.

Sans entrer dans les détails, on peut énoncer que les problèmes majeurs causant des défauts de la matière plastique sont principalement liés à :<sup>31</sup>

- le matériau (matières plastique et additifs) ;
- le design (dimensions, formes) ;
- le mode de fabrication (ex. injection, thermoformage) ;
- l'opération secondaire (ex. traitement de surface, soudure) ;
- les conditions environnementales et d'utilisation (ex. chaleur, humidité, exposition en extérieur, fatigue).

Shashoua<sup>32</sup> ajoute que les objets en matières plastiques de musées ont généralement été utilisés ou exposés avant d'être versés à des collections. Leur passé est parfois inconnu, mais il a contribué au degré et au type de dégradation. Une étude de l'histoire de l'objet s'en trouve évidente. Elle permet donc de mieux comprendre et d'anticiper certaines dégradations, pour mieux les traiter.

Les conditions environnementales passées et présentes ont donc une forte influence sur la stabilité du plastique, plus précisément du polymère. Si le polymère, composant principal, se dégrade, tout le plastique en est affecté. Pour rappel, à température ambiante, le processus chimique de dégradation est principalement initié par le rayonnement UV et l'oxygène atmosphérique, l'humidité jouant également un rôle.<sup>33</sup>

On notera également que les produits de dégradation peuvent à leur tour entraîner d'avantage d'altération. En effet, lors d'une dégradation de type chimique, des dégagements gazeux peuvent survenir, des adjuvants migrent vers la surface. Ces produits sont susceptibles d'attaquer d'autant plus leur matière plastique, et d'attaquer simultanément des objets à proximité, qu'ils contiennent ou non des matières plastiques.<sup>34</sup> On remarque parfois la corrosion de métaux à proximité d'objets en matières plastiques. Cela peut être initié par le plastique lui-même. Dans ce cas, ces deux matériaux nécessitent une étude pour en comprendre les altérations et réagir en conséquence. Les plastiques ayant la capacité d'altérer ses voisins sont qualifiés de « malin », dans le sens de nocif, nuisible. Du fait de leur nocivité, les interventions de conservation doivent se focaliser prioritairement sur ces plastiques. Les plastiques qui n'altèrent qu'eux-mêmes ne sont pas aussi dangereux dans une collection.<sup>35</sup>

On comprend dès lors les risques encourus si les objets sont entreposés dans des lieux confinés, s'ils sont en contact avec d'autres matériaux ou d'autres objets. Des transferts de matériaux nocifs sont également possible par la manipulation successive d'objets.

---

29 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

30 Ezrin, 1996, p.184-240.

31 Ezrin, 1996, p.4.

32 Shashoua, 2006, p.198-199.

33 Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

34 Ramel, 2006.

35 Williams, 2002.

Par conséquent, le diagnostic tiendra compte des problèmes liés aux matériaux, à la conception des objets, à leur utilisation et à leur interaction avec leur environnement.

La dégradation des plastiques est inévitable, et touche tous les types de polymères. Certains plastiques sont plus vulnérables à la dégradation que d'autres. On en mentionnera quatre, particulièrement problématiques : les polychlorure de vinyle (PVC), polyuréthane, nitrate et acétate de cellulose.<sup>36</sup>

En résumé, on peut définir la dégradation comme un changement des propriétés physiques et mécaniques des polymères. Elle se produit lorsqu'un polymère est affecté par de l'énergie sous forme de chaleur, de rayonnement UV/visible, par une action mécanique ou l'action d'agents chimiques, tels l'oxygène, les polluants atmosphériques, les sels et complexes métalliques, l'eau, les acides ou les bases, qui peuvent agir séparément ou simultanément. La dégradation peut aussi être due à une intervention humaine, par la fabrication et l'utilisation du plastique.

### **Problématique de la dégradation des matières plastiques dans l'horlogerie**

Si l'on considère le domaine de l'horlogerie en particulier, on peut citer des spécificités qui pourraient influencer la dégradation des matières plastiques contenues dans des objets horlogers :

- les variations de température ;
- le contact des lubrifiants avec les plastiques, ainsi que l'interaction entre les plastifiants contenus dans les plastiques, sublimés ou exsudés, donc sortis de la matière plastiques, avec ces lubrifiants ;
- la tribologie, c'est-à-dire les frottements, les déformations répétées, les vibrations et les dilatations ;
- diverses contraintes (p. ex. les tensions dues au sertissage des verres de montres) ;
- la lumière ;
- les chocs ;
- le contact avec des liquides, comme l'eau, l'eau salée, la sueur, la salive, les parfums, crèmes, et les tensio-actifs (savons).

---

<sup>36</sup> Quye and Keneghan, 1999, p.122-135.

## **Etude des objets du corpus**

Après avoir pris connaissance des différents types d'altération auxquelles nous pouvons nous attendre lors de l'observation des matières plastiques présentes dans les objets du corpus, nous pouvons entamer l'étude de chacun de ces objets.

Pour rappel, les objets seront traités séparément. Pour chacun d'entre eux, nous fournirons des données techniques spécifiques, donnerons le résultat de l'identification des matières plastiques présentes, mettrons en évidence les signes de dégradation de ces matières (constat) et essaierons d'en déduire les causes (diagnostic). Ceci permettra de proposer des interventions visant la conservation à long terme de ces objets.

Les images relatives à ces objets se trouvent en annexe. Des renvois vers les numéros de photo sont mentionnés dans le texte.

## HORLOGE DE VACHEY

En parallèle à notre travail de recherche, le MIH a entamé la restauration de cette pièce prestigieuse. Grâce au travail réalisé par Monsieur Verhoeven, conservateur-restaurateur mandaté par ce musée, nous avons donc pu avoir accès aux différentes pièces la composant. Monsieur Verhoeven a constitué des groupes de pièces, correspondant à un mécanisme ou un groupe fonctionnel, et les a déposés dans des boîtes de rangement séparées. Nous avons de ce fait étudié l'horloge sous la forme de groupes prédéfinis, représentés par ces boîtes de rangement.

### 1- Fiche d'inventaire

 <p style="text-align: center;">© MIH</p>	<p><b>Horloge de Vachey</b></p>
	<p>N° d'inventaire MIH : <i>pas de fiche (fiche provisoire)</i></p> <p>Datation : 1938-1968</p> <p>Origine :</p> <p>Date d'acquisition :</p> <p>Acquisition :</p> <p>Localisation : atelier de restauration</p> <p>Etat de conservation : moyen à bon</p> <p>Restauration : en cours</p>
	<p>Description technique : Horloge monumentale, comportant 30 mécanismes (détail ci-après)...</p> <p>Mesures : Hauteur max : 150 cm Largeur : 76 cm Profondeur : 35 cm</p> <p>Matériaux : matières plastiques, bois, métal, verre, céramique, papier, textile, fils, cuir, peinture, vernis</p>
	<p>N° photos : 1.1 à 1.82</p> <p>N° pages VSH1-1 : p. 9-14</p> <p>N° pages VT2 : VT2-3, p. 1-17</p>

#### Inscriptions sur l'objet

Il n'y a pas eu de recherche systématique d'inscription

#### Identification

Des échantillons ont été prélevés sur différentes pièces de cette horloge. Etant donné qu'ils proviennent de plusieurs groupes, nous mentionnerons explicitement d'où ils ont été prélevés.

Ci-après sont listés les échantillons prélevés, en regard du résultat de l'analyse d'identification.

Tableau récapitulatif des résultats d'identification d'échantillons de l'horloge<sup>37</sup> :

Groupe	Objet	Polymère
1	Sucre blanc	Polyéthylène
1	Sucre noir	PVC + DINP
1	Câble transparent	PVC + DEHP
1	Emboût noir	Caséine formaldéhyde
3	Verre de la mappemonde	PMMA
4	Roue noire	Non - identifié
4	Echantillon gaine jaune	PVC + DEHP
5	Disque transparent	(Poly vinylacétate)
7	Roue beige sur axe	Non - identifié
10	Boîtier beige	Nitrocellulose
11	Echantillon gaine rose	PVC + DEHP
11	Roue en écaille de tortue	Non - identifié
12	Fixation câble blanche	Polyéthylène
12	Sucre brun	Non - identifié
14	Banane blanche	résine urée formaldéhyde
14	Banane verte	Polystyrène
14	Banane noire	Polystyrène
14	Banane rouge	Polystyrène
14	Banane rose	résine urée formaldéhyde
14	Câble blanc	PVC + DEHP
14	Câble bleu	PVC + DEHP
14	Câble vert	PVC + DEHP
14	Câble rouge	PVC + DEHP
14	Câble jaune	PVC + DEHP
14	Boîtier noir	Non - identifié
14	Interrupteur - Boîtier brun	Non - identifié
14	Interrupteur - Embout cylindrique blanc	résine urée formaldéhyde
14	Interrupteur - Embout blanc	résine urée formaldéhyde
15	Partie translucide entre embôut	Polyéthylène
15	Prise blanche	Polyéthylène
18	Tube bleu	Caséine formaldéhyde
19	Pied en caoutchouc	Non - identifié
25	Banane jaune	résine urée formaldéhyde
29	Banane bleue	résine urée formaldéhyde
29	Banane verte	Polystyrène
32	Main	Non - identifié

<sup>37</sup> Théodoloz, Rapport VT2-3, p. 16

## 2- Constat d'altérations

L'objectif du constat d'état est de décrire l'objet du point de vue technologique, des propriétés des matériaux, des conditions de conservation (utilisation, mise en exposition et stockage) et bien sûr des altérations. Ceci permet de comprendre la fonction des pièces, donc leur utilisation et par conséquent leur usure (naturelle ou non), facteurs ayant une grande influence sur la dégradation des matériaux constitutifs de l'objet.

Dans le cadre de notre étude, nous avons pris en considération les différents signes de dégradation décrits plus haut. Lors de l'évaluation de l'état de conservation des objets du corpus (voir plus loin), nous avons observé une partie de ces symptômes, certains de manière récurrente. Sur cette base, nous avons décidé d'établir une grille contenant les types de signes régulièrement rencontrés. Cette grille permet de faciliter la vision globale des altérations subies par les objets, donc d'établir un constat d'état de ceux-ci. Elle sera également utile à la rédaction d'un diagnostic de conservation. Le diagnostic permet de mettre en lumière les causes de la dégradation, donc d'expliquer la raison pour laquelle les symptômes apparaissent.

L'un des aspects les plus novateurs révélés par l'étude de l'horloge de Vachey est l'utilisation de nouvelles matières, les plastiques, conjointement à des matières alors utilisées traditionnellement comme le bois et le métal.

Dans un premier temps, les aspects technologiques, comme les matériaux utilisés, les mécanismes, seront présentés. Ensuite, un inventaire des matières plastiques présentes dans l'objet sera établi, avant de décrire les altérations observées sur ces matières en particulier. Cela nous permettra d'établir un diagnostic, explicitant les causes possibles de ces dégradations. Enfin, des propositions d'interventions seront faites sur la base de nos observations et de notre analyse.

### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est une horloge monumentale construite pendant 30 ans par un horloger nommé Vachey.

Une description générale des éléments de l'horloge a été effectuée par Mme Cécile Aguilhaume dans le rapport historique VSH1, p9. Lorsqu'elle réalisa cette étude, l'horloge n'était pas encore démontée, c'est pourquoi la première partie de ce constat d'état est consacrée aux aspects technologiques mis au jour par le conservateur-restaureur engagé par le MIH, M. Peter Verhoeven.

D'après le site internet du MIH consulté le 04 janvier 2007<sup>38</sup>, on peut lire :

(...) Pour étudier le mécanisme de cette pièce qui comporte pas moins de 3200 pièces, il a fallu procéder à un démontage complet des mécanismes : automates, calendrier perpétuel civil et religieux incluant épactes et fêtes mobiles - horloges des marées - partie astronomique comportant la position des constellations, le mouvement des planètes et l'âge de la lune, etc. La phase actuelle du travail consiste donc en l'étude de chaque particularité des différents mouvements et mécanismes, en leurs descriptions accompagnées de photographies détaillées, en la création de dessins techniques basés sur de complexes calculs cherchant à établir le fonctionnement de la construction imaginée par Daniel Vachey. (...)

Ainsi, lors du démontage, M. Verhoeven a inventorié et classé tous les éléments composants l'horloge en 30 groupes techniques, ceci afin de lui faciliter l'étude et le remontage futur. Parallèlement, M. Tobias Schenkel et Mme Annick Vuissoz, conservateurs-restaureurs de l'équipe Ra&D de la HEAA Arc, chargés des constats d'état du corpus des objets sélectionnés pour le projet CROHP, ont effectué l'examen des altérations (le constat d'état des altérations), groupe par groupe et élément par élément.

#### Informations techniques :

---

38 Musée international d'horlogerie. L'horloge monumentale de Daniel Vachey [en ligne].

Cette horloge bénéficie d'une alimentation électrique externe. Elle comporte de nombreux mécanismes, qui sont détaillés plus bas.

#### Matériaux :

L'observation de cette horloge permet de déterminer les différents matériaux utilisés. De nombreux matériaux sont présents.

Le cabinet, c'est-à-dire l'enveloppe extérieure de l'horloge, est constitué de bois vernis. Les vitres des fenêtres à l'avant sont en verre. Les décorations imitant des vitraux, elles, sont faites de papier, peint et vernis. Des plaques de fixation internes sont également en bois. Les mécanismes intérieurs sont évidemment composés majoritairement de métal, comme dans toutes les pièces d'horlogerie mécanique. Un revêtement est parfois visible sous la forme de peinture ou de vernis. De la céramique est utilisée par endroits comme isolant. Des textiles et fils sont utilisés comme gaines de câbles et sont imprégnés d'une substance durcie, ou sont intégrés dans de la matière plastique. Du papier est trouvé autour de bobines électriques ou comme support d'inscriptions. Du verre constitue des ampoules contenant du mercure. Un soufflet est fait de cuir. De la peinture et du vernis recouvrent différents matériaux. Des composants en matières plastiques de divers types sont également présents, en grand nombre, non seulement dans les mécanismes.

*Identification des matériaux :* Le tableau en page 16 du rapport VT2-3 récapitule les résultats d'analyses effectuées par le laboratoire de chimie de l'Ecole d'ingénieurs de Fribourg.

Les propriétés de ces matériaux sont décrites dans le rapport VT4, p. 3 à 20 et 24.

#### Forme, décors, conception :

Cf. ci-après

### Indication des zones et mécanismes

La photo et le schéma présentés ci-dessous permettent de localiser les 30 groupes techniques et les éléments les composant.

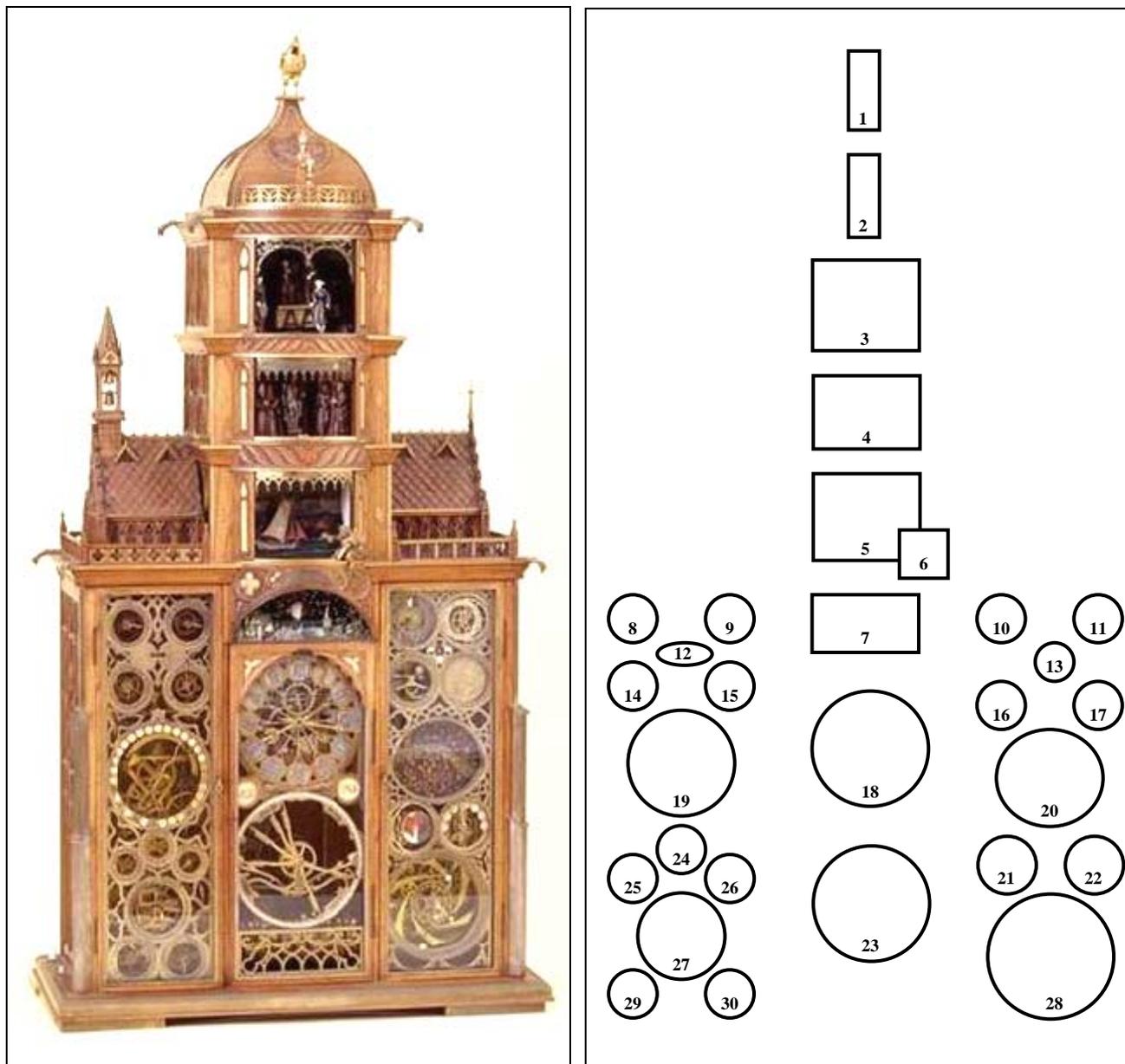


Photo © MIH ; Schéma © HEAA Arc TSC

## Filière Conservation-restauration

Recherche appliquée et Développement, Projet CROHP  
Annick Vuissoz, Tobias Schenkel, Julita Beck et Nathalie Ducatel,  
Octobre 2007

- 1) Le coq
- 2) Ste Anne d'Auray
- 3) Le bal breton
- 4) Les moines et la mort
- 5) Tableau année des marées
- 6) L'ange au sablier
- 7) Phase de la lune
- 8) Le jour
- 9) Planète du jour
- 10) Mouvement apparent lunaire
- 11) Astrolabe
- 12) Millésime
- 13) Age de la lune
- 14) Mois
- 15) L'année commune et bissextile
- 16) Le lever et le coucher du soleil
- 17) L'Heure dans le monde
- 18) Heures, minutes et secondes
- 19) Quantième perpétuel
- 20) Carte stellaire
- 21) Déclinaison
- 22) Equation du temps
- 23) Fêtes mobiles
- 24) Indication Romaine
- 25) Cycle Solaire
- 26) Le nombre d'or
- 27) Date de Pâques
- 28) Planétaire
- 29) Lettre Dominicale
- 30) Epactes

Origine, fonction, usage :

### **Fiche technique (d'après l'inventaire de Jean Moreau, 1971)**

L'horloge Vachey permet l'affichage de 30 différentes indications (du haut vers le bas, cf. schéma ci-dessus).

La liste ci-après est la description des matériaux principaux qui les compose. Lorsque le matériau est un polymère, celui-ci est inséré dans un nouveau groupe numéroté de 1 à 33.

Nous ne nous sommes pas attardés sur les autres matériaux, excepté s'ils ont influencé l'altération des polymères en contact ou encore subi une altération à cause des polymères en contact. Dans la partie 2-3 consacré aux altérations, on retrouve donc ces 33 groupes dans un tableau de synthèse spécifiant le type de pièce et le type d'altération qui est constaté.

### **Les 30 indications :**

1. Le coq : il chante trois fois à midi après les coups des heures, en bougeant ses ailes, sa queue, son bec et son cou.  
(Bois, métal, groupes 13, 18, 21, 22, 26, 27)
2. Sainte Anne d'Auray : elle lève sa main droite après le chant du coq et pendant le bal breton.  
(Bois, métal, groupes 13, 18, 21)
3. Le bal breton : accompagné par une musique du carillon, une sorte de carrousel constitué par un défilé de personnages animés commence à tourner.  
(Bois, métal, groupes 8, 9, 10, 13, 18, 29, 32)
4. Les moines et la mort : pendant la sonnerie des quarts des heures, les moines font semblant de sonner les cloches à l'aide de cordes. Pendant la sonnerie des heures, le mort scande avec un os dans sa main droite les coups des heures.  
(Bois, métal, groupes 12, 13, 18, 19, 25)
5. Tableau de l'année des marées : un bateau se déplace devant un ciel animé sur une mer qui monte et descend en fonction de la marée.  
(Bois, métal, groupes 13, 18, 28, 31)
6. L'ange au sablier : le sablier dans sa main droite est tourné toutes les heures.  
(Bois, métal, groupes 13, 18, 19)
7. Les phases de la Lune : un globe lunaire, moitié blanc moitié bleu, montre les phases de la lune.  
(Bois, métal, groupes 11, 30)
8. Le jour : indication du jour de la semaine.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
9. La planète du jour : la planète dédiée au jour.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)

10. Mouvement apparent de la lune : ce mobile fait un tour par jour lunaire.  
(Bois, métal, groupes 4, 5)
11. Astrolabe : le cadran indique la position de la terre dans l'écliptique et dans les signes du zodiaque ainsi que les saisons, solstices et équinoxes.  
(Métal, groupe 4, 16)
12. Millésime : indication importante pour la détermination de la date de Pâques.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
13. L'âge de la lune : le cadran indique les quatre quartiers de la lune.  
(Métal, groupes 4, 16)
14. Mois : indication des 12 mois de l'année.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
15. L'année commune et bissextile : à 365 et 366 jours.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
16. Le lever et le coucher du soleil : indication du moment d'apparition et de disparition du soleil.  
(Métal, groupes 4, 16)
17. L'heure dans le monde : le disque, sur lequel les contours des continents et la position des principales villes sont inscrits est divisé en 24 parties, tourne une fois par 24 heures et permet de connaître l'heure par endroit.  
(Métal, groupes 2, 4, 16)
18. L'horloge : indication des heures, minutes et secondes (secondes = 2<sup>ème</sup> indication).  
(Métal, groupes 11, 23)
19. Quantième perpétuel : indication de la date en tenant compte des années bissextiles.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
20. La carte stellaire : représentation du ciel visible à Port-Louis.  
(Métal, groupes 2, 4, 16)
21. Déclination : indication de la zone éclairée du globe terrestre.  
(Métal, groupes 3, 4, 16)
22. Equation du temps : indication de la différence entre le temps vrai (soleil) et le temps moyen.  
(Métal, groupes 2, 4, 16)
23. Fêtes mobiles : indication de fêtes religieuses mobiles dépendantes de Pâques.  
(Métal, groupes 1, 7, 17, 23)
24. Indication romaine : indication de la législation fiscale antique basée sur un cycle de 15 ans.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
25. Cycle solaire : indication d'un cycle de 28 ans après lequel les mêmes jours de la semaine reviennent aux mêmes dates du mois.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
26. Nombre d'or : indication d'un cycle de 19 ans après lequel les mêmes phases de la lune reviennent aux mêmes dates du mois.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)

27. Date de Pâques : indication de la date de Pâques.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
28. Planétaire : représentation du mouvement des planètes autour du soleil.  
(Métal, groupes 4, 6, 16)
29. Lettres Dominicales : indications des dimanches pendant l'année.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)
30. Epactes : indication de la nouvelle lune pendant l'année.  
(Métal, groupes 1, 7, 17)

## 2-2 Inventaire<sup>39</sup> des parties en plastique

Dans l'inventaire des pièces, nous avons décidé, dans ce cas précis, de citer toutes les parties contenant des matières plastiques et des polymères, même si l'étude globale (cf. objectifs du projet) ne concerne que les plastiques en tant que solides, utilisés dans 3 grandes familles : les boîtiers, les isolants de pièces électriques et l'imitation du verre. En ce qui concerne le constat des altérations, le diagnostic et les propositions de traitement, nous observerons également toutes les parties contenant des matières plastiques, qu'elles représentent ou non une de ces trois catégories.

La raison de ce choix est motivée par le fait que le démontage total de l'horloge Vachey était une occasion unique pour documenter l'intérieur de l'horloge d'un point de vue des plastiques. Ce présent rapport permettra au MIH de garder une trace des observations que nous avons faites pendant ce travail. Le conservateur-restaurateur, en effet, ne détaillera pas la présence des plastiques de manière systématique. Une fois cette horloge remontée, l'intérieur ne sera plus aussi facile d'accès et aussi discernable.

Pratiquement, un parcours par groupe permet l'étude de l'ensemble des pièces. Ces groupes sont numérotés de 1 à 33 et peuvent être composés de plusieurs éléments, c'est pourquoi des numéros de pièces seront également donnés.

On tient ici à rappeler que le numéro des groupes ne correspond pas à la numérotation des indications, présentées ci-dessus. En effet, les groupes représentent les ensembles que M. Verhoeven a constitués lors du démontage de l'horloge, ce avant que les correspondances avec des mécanismes particuliers ne soient établies.

Lors de l'étude des prochains objets, nous nous tiendrons strictement aux trois catégories définies.

### **Groupe 1** (voir photos n° 1.1-1.4)

**Pièce n°1** : pièce en forme d'Y, avec deux vis et sur levier à ressorts



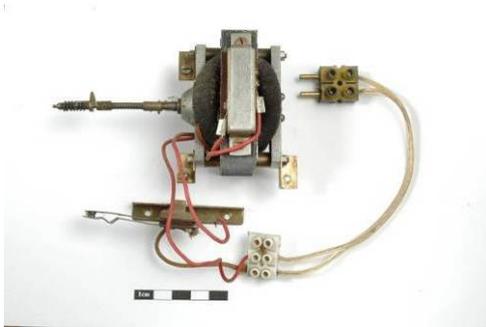
© HEAA Arc TSC/AVU

Cylindre : matière plastique noire, en masse, dure, matte, et rayée dans une zone sur le côté (traces de fabrication)

---

<sup>39</sup> L'inventaire, ici, correspond à une description pièce par pièce des éléments en plastique, ceci par une observation à l'œil nu ou sous loupe binoculaire, parfois à l'aide d'un rayonnement ultraviolet. Cette description se différencie de la description des altérations de ces mêmes pièces, que l'on retrouve sous la dénomination « altérations des plastiques » (chapitre 2.3).

**Pièce n°2** : électromoteur avec vis sans fin (circuit)



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| Prise (en fait un domino)           | : matière plastique, noire en masse, dure et flexible, moulée (on voit des inscriptions en relief) et découpée au couteau      |
| Sur prise                           | : revêtement de peinture jaune sur la surface supérieure, en une couche, appliquée au pinceau                                  |
| Entre prise et domino               | : câble isolant en matière plastique transparente (incolore), élastique, flexible  |
| Entre domino et bobine              | : câble de connexion (pôle positif) en matière plastique, rouge en masse, élastique, flexible                                  |
| Sur partie bobine                   | : câbles isolants (sous câble entoilé), en matière plastique, noire en masse, élastique, flexible                              |
| Sur la bobine                       | : support carré de bobine, en composite, à savoir en matière plastique, brune en masse   |
| Partie entre bobine et interrupteur | : câble de connexion (pôle négatif) en matière plastique, rouge en masse, élastique, flexible                                  |
| Sur interrupteur                    | : isolant en composite brun foncé, dur, découpé  |
| Entre interrupteur et domino        | : câble entoilé de couleur jaunâtre-brun   |
| Domino                              | : matière plastique, blanche en masse, dure, coulée  |
| Entre domino et prise               | : câble isolant en matière plastique transparente (incolore), élastique, flexible  |
| Dans le moteur                      | : toile encollée autour des câbles, en textile imprégné d'une substance (huile ou résine ?) = composite flexible en tissu brun |

**Groupe 2** (voir photos n° 1.5-1.7)

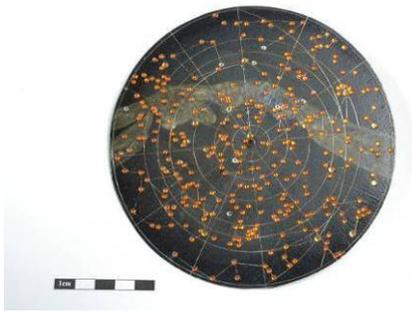
**Pièce n°3** : cercle avec index



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                      |  |
|----------------------|--|
| Support des index    | : matière plastique, blanche en masse, coupée, adoucie et collée sur un support métallique |
| Entre index et métal | : adhésif, certainement (pas de preuve visuelle)   |
| Chiffres sur index   | : peinture noire dans les sillons gravés   |

**Pièce n°4** : disque avec étoiles jaunes et orange



© HEAA Arc TSC/AVU

- Etoiles : « faux diamants », petites pièces à facettes en matières plastiques jaunes et orange, dont les jaunes sont plus grandes que les oranges
- Fonds : peinture bleu foncé, brillante sur les bords et matte au milieu, pour présenter le ciel, et peinture blanche pour marquer la voie lactée, couches appliquées au pinceau
- Sur la peinture : épaisse couche de vernis en surface, peut-être aussi pour jaunir les couleurs

**Pièce n°5** : disques avec « mappemonde »



© HEAA Arc TSC/AVU

- Motif : peinture noire dans les sillons gravés

**Groupe 3** (voir photo n° 1.8)

**Pièce n°6** : mappemonde



© HEAA Arc TSC/AVU

- Fonds pour jour et nuit : revêtement de peinture blanche et noire, en couches appliquées au pinceau
- Verre : matière plastique transparente (incolore), dure

Motif de la mappemonde : sur la face supérieure du « verre », peinture noire pour délimiter le contour des continents, puis peinture orange appliquée ensuite, en couche épaisse

#### **Groupe 4** (voir photos n° 1.9-1.11)

**Pièce n°7** : moteur avec transmission



© HEAA Arc TSC/AVU

#### *Circuit :*

Prise : domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulée, aux bords découpés au couteau (traces de fabrication : marques de découpage des carreaux et abrasion volontaire)

Sur prise : revêtement de peinture blanche, en une couche, appliquée au pinceau

Entre prise et moteur : câble en matière plastique transparente, élastique, flexible

Bobine : matière plastique, noire en masse, dure, de chaque côté de la bobine

Isolation de bobine, autour des spires : ruban adhésif, type « carrossier » (papier + adhésif), et, par-dessus, ruban adhésif transparent pour maintenir l'étiquette

Connexion entre bobine et interrupteur : câble en matière plastique, noire en masse, élastique, et manchette, jaune en masse, élastique

Plaques isolantes dans interrupteur : composite brun foncé, dur, découpé

Palpeur : composite brun foncé, dur, découpé

Entre interrupteur/manchette jaune et domino simple noir : câble en matière plastique, noire en masse, élastique, flexible

Domino simple : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulée

Entre domino simple et prise : câble en matière plastique transparente (incolore), élastique, flexible

#### *Moteur lui-même :*

Sur mouvement, roues de transmission : matière plastique, noire en masse, dure

Sur partie électromoteur : revêtement peinture noire et jaune

Fixation des pieds sur platine : adhésif

#### **Groupe 5** (voir photo n° 1.12)

**Pièce n°8** : disque avec ouverture pour la lune



© HEAA Arc TSC/AVU

- Plaque en imitation verre : matière plastique transparente (incolore), dure et flexible, découpée
- Boule jour/nuit : boule en matière plastique légèrement verdâtre, dure, et revêtement en peinture noire et blanche, appliquée au pinceau, dont le côté noir est non uniforme et le côté blanc plus lisse
- Sur la peinture : couche de vernis

**Groupe 6** (voir photos n° 1.13-1.14)

**Pièce n°9** : système planétaire



© HEAA Arc TSC/AVU

- Boules planètes : revêtement peinture blanche, appliquée au pinceau de manière non uniforme
- Certaines (toutes ?) boules : matière plastique, blanche en masse, translucide, dure

**Groupe 7** (voir photos n° 1.15-1.16)

**Pièce n°10** : une des roues



© HEAA Arc TSC/AVU

- Roue à 48 dents et portée de fixation à vis : matière plastique beige-brun sur une face et brun foncé sur l'autre, dure

**Groupe 8** (voir photos n° 1.17-1.20)

**Pièce n°11** : roue dentée

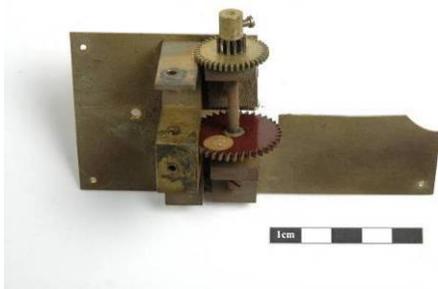


© HEAA Arc TSC/AVU

Roue dentée : composite brun foncé (tissé avec matière plastique), dur, avec aspect tissé en surface, bordeaux, bien visible

**Groupe 9** (voir photos n° 1.21-1.24)

**Pièce n°12** : roue dentée

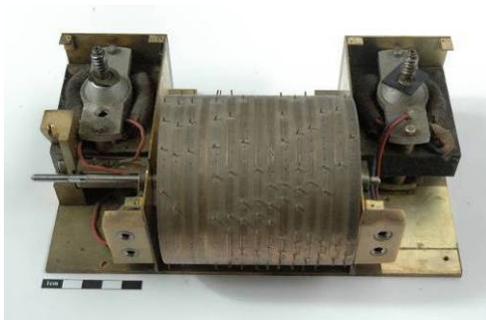


© HEAA Arc TSC/AVU

Roue dentée : composite brun foncé (tissé avec matière plastique), dur, avec aspect tissé en surface, bordeaux, bien visible

**Groupe 10** (voir photos n° 1.25-1.26)

**Pièce n° 13** : cylindre à goupille avec 2 moteurs



© HEAA Arc TSC/AVU

*Moteur n°1 (rouge/rouge) :*

Bloc de prise	: matières plastiques, blanche et jaune clair/beige (imitation ivoire) en masse, en alternance (aspect tigré), dure, découpée grossièrement au couteau
Entre bloc prise et poulie	: câble isolant en matière plastique, rouge en masse, dure, élastique
Isolation des spires	: composite en toile imprégnée
Câble entre spires et support isolé	: câble en matière plastique, rouge en masse, dure, élastique
Entre support isolé et prise	: câble en matière plastique, rouge en masse, dure, élastique

*Moteur n°2 (rouge-bleu) :*

Bloc de prise	: matières plastiques, blanche et jaune clair/beige (imitation ivoire) en masse, en alternance (aspect tigré), dure, découpée grossièrement au couteau
Entre bloc prise et poulie	: câble isolant en matière plastique, rouge en masse, dure, flexible
Isolation des spires	: composite en toile imprégnée
Connexion entre bobines et isolant bleu	: câble entoilé de couleur jaunâtre-brun
Entre connexion et prise	: câble en matière plastique, bleue en masse, dure, élastique
En dessous de vis sans fin	: rondelle (carré avec trou arrondi) amortisseur en caoutchouc fin, noir en masse, découpé grossièrement au couteau
Bloc moteur	: revêtement de peinture noire, en couche appliquée au pinceau

**Groupe 11** (voir photos n° 1.27-1.29)

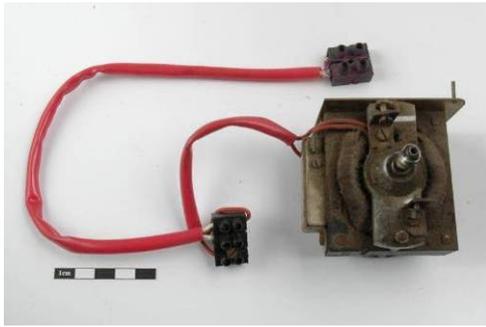
**Pièce n° 14** : moteur à vis sans fin



© HEAA Arc TSC/AVU

Domino	: matière plastique, noire en masse, avec revêtement peinture violette appliquée au pinceau
Entre domino et gaine isolante rouge	: câble isolant, blanc en masse, élastique, flexible, glissé dans gaine rouge
Sur câbles blancs	: gaine, rouge en masse, élastique, flexible
Après gaine rouge	: domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible
Du domino et moteur	: câbles, rouges en masse, élastiques, flexibles, dans une gaine rouge
Sur câbles rouges	: gaine, rouge en masse, élastique, flexible
Dans moteur	: isolation des spires de la bobine : entoilage noir et brun
Du moteur au domino	: câbles, rouges en masse, élastiques, flexibles, dans une gaine rouge
Sur câbles rouges	: gaine, rouge en masse, élastique, flexible
Entre domino et domino	: câble, blanc en masse, élastique, flexible
Sur bloc métallique	: revêtement de peinture noire, en couche appliquée au pinceau
Dans moteur	: plaque isolante, composite brun foncé, dur, découpé

**Pièce n°14b :**



© HEAA Arc TSC/AVU

- Rejoignant l'interrupteur à mercure : 2 isolants de câble (avec soudure à chaque extrémité), jaunes en masse, élastiques, flexibles  
Sur interrupteur à mercure : gaine autour d'une extrémité de la fixation, rouge en masse, élastique, flexible

**Pièce n°15 : roue de transmission**



© HEAA Arc TSC/AVU

- Roue : matière plastique, beige-brun en masse, sur une face, et brun foncé en masse, opaque (aspect écaille de tortue), sur l'autre, dure, découpée

**Groupe 12** (voir photo n° 1.30)

**Pièce n° 16 : interrupteur à mercure**



© HEAA Arc TSC/AVU

- Domino : matière plastique, brun foncé (aspect plus ancien, forme plus arrondie que les autres) en masse, dur, moulé et coupé  
Du domino à l'interrupteur : câble isolant, rouge en masse, élastique, flexible  
De l'interrupteur au domino : câble isolant, rouge en masse, élastique, flexible

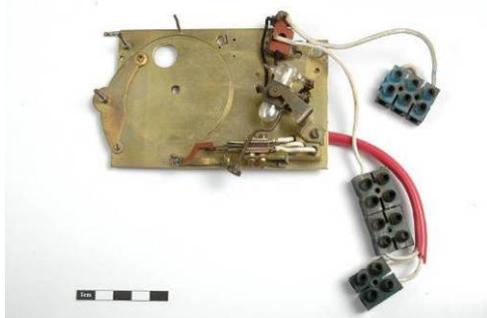
**Pièce n°17** : fixation de câble

Fixation de câble : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible

Dans le mouvement : rondelle-joint isolant : toile encollée, imprégnée de matière plastique

**Groupe 13** (voir photos n° 1.31-1.32)

**Pièce n°18** : interrupteur à mercure



© HEAA Arc TSC/AVU

Triple domino : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulée, avec revêtement de peinture bleue appliqué au pinceau

Du domino au domino : pont entre 2 pôles : câble isolant, blanc en masse, élastique, flexible

Du domino et fixation sur platine : câble isolant, blanc en masse, élastique, flexible

Platine isolante brune : composite brun foncé, dur, découpé grossièrement au couteau

Entre fixation et interrupteur : toile isolante noire

Entre interrupteur et deuxième fixation : toile isolante noire

De fixation à quadruple domino : câble isolant (déconnecté !), blanc en masse, élastique, flexible

Quadruple domino : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, avec revêtement de peinture vert clair appliqué au pinceau

De quadruple domino à l'autre interrupteur : câble isolant, blanc en masse, élastique, flexible

Autour du câble isolant blanc : grande gaine isolante, rouge en masse, élastique, flexible

Interrupteur : 5 plaques isolantes en composite brun foncé, dur, découpé

Pointe de l'interrupteur : composite brun foncé, dur, découpé grossièrement au couteau

De l'interrupteur au domino : 2 câbles isolants, dans même gaine rouge qu'avant, blancs en masse, élastique, flexible

A travers la platine : tube en matière plastique noire, flexible, entourant les câbles noirs

Double domino : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, avec revêtement de peinture vert forêt appliqué au pinceau

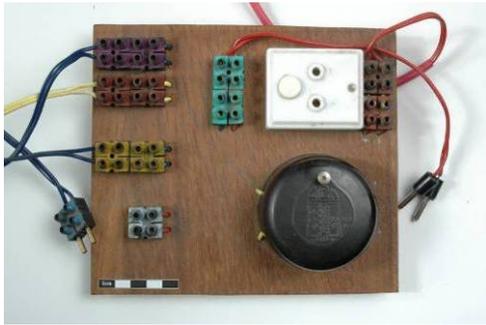
**Groupe 14** (voir photos n° 1.33-1.40)

Attention, on ne tient pas compte ici du circuit et du fonctionnement, contrairement aux autres groupes, car il s'agit d'un tableau électrique sur lequel de nombreux câbles assortis de prises sont fixées et duquel d'autres câbles partent. Le circuit n'est donc pas suffisamment clair pour le faire.

**Pièce n°19** : tableau électrique, partie avec un seul transformateur

De manière générale, les dominos ont été peints après leur fixation, car on retrouve cette peinture sur les vis de fixation au milieu des dominos. Elle a été appliquée grossièrement au pinceau.

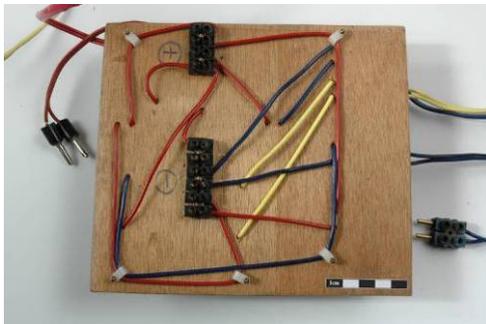
*Face recto :*



© HEAA Arc TSC/AVU

- Fiche électrique avec fusible : matière plastique, blanche en masse, dure, moulée  
Boîtier autour du transformateur (base + couvercle) : matière plastique, brun-noir en masse, dure, moulée (avec inscription en relief)  
Isolation de la bobine : matière plastique transparente (incolore), dure  
Isolation des spires : film transparent (incolore) fin  
5 quadruples dominos et un double domino : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, avec revêtement de peinture de différentes couleurs (blanc, jaune, brun, violet, vert clair, rouge) appliqué au pinceau  
Câbles électriques : gaines isolantes, jaunes, bleus et rouges en masse, élastiques, flexibles  
Prises : soit domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, soit 2 bouts avec partie en matière plastique, noire en masse, dures, moulées (prise « banane »)

*Face verso :*

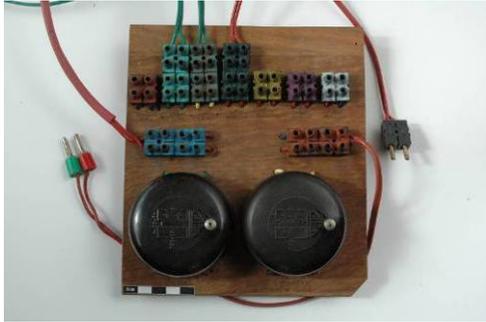


© HEAA Arc TSC/AVU

- Un quadruple domino et un sextuple domino : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, sans revêtement  
Câbles isolants : gaines, rouges, bleues et jaunes en masse, élastiques, flexibles  
Fixations de câbles : matière plastique, blanche en masse, translucide, matte, dure, moulées  
Entre tableau avec 1 transformateur et tableau avec 2 transformateurs : 2 câbles isolants, rouges en masse, élastiques, flexibles, dans gaine rouge

**Pièce n°20** : tableau électrique, partie avec deux transformateurs

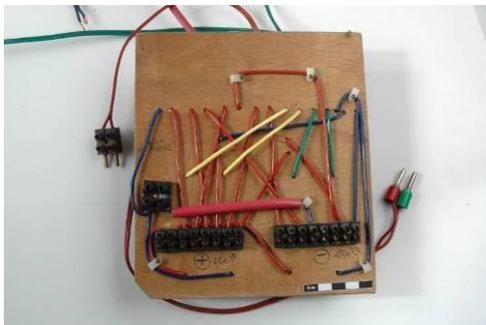
*Face recto :*



© HEAA Arc TSC/AVU

- 4 doubles dominos et 5 quadruples : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, avec revêtement de peinture de différentes couleurs (brun, vert clair, brun clair, vert forêt, jaune, violet, blanc, bleu, rouge)
- 2 boîtiers autour du transformateur : matière plastique, brun-noir en masse, dure, moulée (avec inscription en relief)
- Isolation de la bobine : matière plastique transparente (incolore), dure,  
Isolation des spires : film transparent (incolore) fin
- Câbles électriques : gaines isolantes, jaunes, bleues, vertes et rouges en masse, élastiques, flexibles
- Prises : soit domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, avec revêtement peinture violette, soit 2 bouts (prise « banane ») avec partie en matière plastique, blanche en masse, ou 2 bouts (prise « banane ») avec matière plastique, rouge ou verte en masse, dures, moulées

*Face verso :*



© HEAA Arc TSC/AVU

- 1 quadruple domino et 2 octuples dominos (petits) : matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulée, sans revêtement
- Câbles électriques : gaines isolantes, jaunes, bleues, vertes et rouges en masse, élastiques, flexibles
- Gaine autour de certains câbles : gaine isolante, rouge en masse, élastique, flexible
- Fixations de câbles : matière plastique, blanche en masse, translucide, matte, dure, moulées

**Groupe 15** (voir photos n° 1.41-1.42)

**Pièce n°21** : câble électrique (environ 3m)



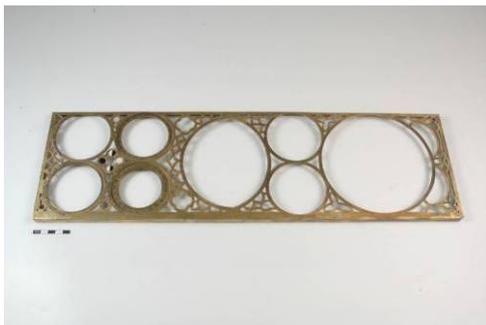
© HEAA Arc TSC/AVU

Inscription à la surface du câble, en relief : « U-250 SVM U.S.E. 291 »

- |                        |   |
|------------------------|---|
| Prise « banane »       | : matière plastique, rose en masse, brillante, dure, moulée                                     |
| Prise normale (double) | : matière plastique, blanche en masse, matte, dure et élastique, moulée, avec motifs en reliefs |
| Câble                  | : isolant en matière plastique, blanche en masse, matte, élastique, flexible                    |

**Groupe 16** (voir photos n° 1.43-1.44)

**Pièce n°22** : plaque décorative avec mouvement apparent de la lune



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| Phases de lune           | : revêtement de peinture noire et blanche appliquée au pinceau        |
| Sur le métal             | : couche de protection  |
| Texte écrit sur le métal | : peinture noire, et transferts de lettres prédécoupées autocollantes |

**Groupe 17** (voir photos n° 1.45-1.46)

**Pièce n°23** : plaque décorative avec jour/mois/année



© HEAA Arc TSC/AVU

Index des quantièmes (31 x) : revêtement de peinture blanche, appliquée au pinceau, sur disques en carton  
Collage des index sur le métal : adhésif, résine  
Sur le métal : couche de protection  
Texte écrit : peinture noire, sur métal et sur disques des quantièmes, et transferts de lettres prédécoupées autocollantes

**Groupe 18** (voir photo n° 1.47)

Pièce n°24 :

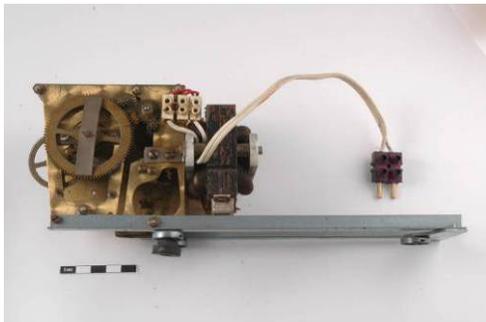


© HEAA Arc TSC/AVU

Fixations de câbles : matière plastique, blanche en masse, translucide, matte, dure et moulée  
Tubes : matière plastique, bleue en masse, dure et moulée

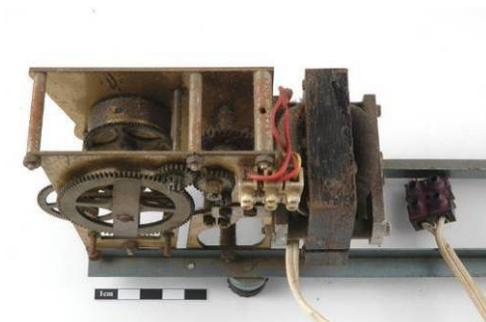
**Groupe 19** (voir photos n° 1.48-1.52)

Pièce n°25 : moteur



© HEAA Arc TSC/AVU

Circuit :



© HEAA Arc TSC/AVU

Prise	: domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, cou- lée, avec revêtement de peinture violette appliquée au pinceau
De prise à domino blanc sur moteur	: câble isolant, blanc en masse, élastique, flexible
Domino	: matière plastique, blanche en masse, dure, coulée
De domino à l'interrupteur	: câble isolant, jaune en masse, élastique, flexible
Sur extrémité des câbles jaunes	: manchette isolante, brune en masse, élastique, flexible
Dans l'interrupteur	: plaques isolantes en composite brun foncé, dur
De l'interrupteur au domino blanc	: câble, jaune en masse, élastique, flexible
Du domino blanc au moteur	: câble isolant, rouge en masse, élastique, flexible
Dans le moteur	: câbles entoilés
Entre moteur et domino blanc	: câble, rouge en masse, élastique, flexible
Du domino blanc à la prise	: câble, blanc en masse, élastique, flexible
Bloc en métal	: revêtement de peinture noire appliquée au pinceau
Roue	: composite brun foncé, dur
Pied amortisseur	: caoutchouc noir
Sur le métal	: revêtement de peinture « à effet martelé »

**Pièces n°26 et n°27 : pieds de fixation**



© HEAA Arc TSC/AVU

Pied amortisseur	: caoutchouc noir
------------------	-------------------

**Groupe 20** (voir photos n° 1.53-1.56)

**Pièce n°28 :**



© HEAA Arc TSC/AVU

De l'extrémité sans prise à l'interrupteur	: câble, vert en masse, élastique, flexible, dans gaine rouge
Gaine rouge	: matière plastique, rouge en masse, élastique, flexible
Interrupteur	: plaques en composite brun foncé, dur
De l'interrupteur au moteur	: câble, vert en masse, élastique, flexible, dans gaine rouge
Gaine rouge	: matière plastique, rouge en masse, élastique, flexible
Bobine dans moteur	: matière plastique, noire en masse, dure, de chaque côté de la bobine

Isolation de bobine, autour des spires : ruban adhésif, type « carrossier » (papier + adhésif), et par-dessus ruban adhésif transparent pour maintenir l'étiquette

Partie métallique du moteur : revêtement de peinture noire

Du moteur à l'extrémité sans prise : câble, vert en masse, élastique, flexible

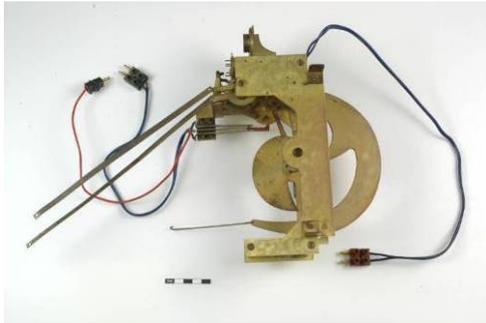
Sur face externe, roue de transmission : matière plastique, noire en masse, dure

Sur face externe, autre roue de transmission : matière plastique, brun-rouge translucide, dure

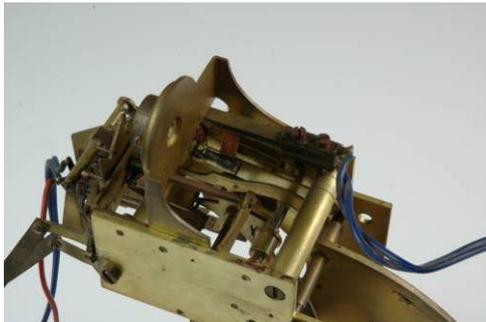
Dans le moteur, roue rouge : matière plastique, rouge en masse (très lumineux, saturé), dure

### **Groupe 21** (voir photos n° 1.57-1.58)

#### **Pièce n°29 :**



© HEAA Arc TSC/AVU



© HEAA Arc TSC/AVU

Circuit vers l'interrupteur simple (avec un seul câble) :

Prise : domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulée, avec revêtement de peinture brun-rouge appliquée au pinceau

De prise à interrupteur : câble isolant, bleu en masse, élastique, flexible

Interrupteur : plaques en composite brun foncé, dur

De l'interrupteur à la prise : câble isolant, bleu en masse, élastique, flexible

Circuit vers l'interrupteur double (avec deux câbles) :

Prise : domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulé, avec revêtement de peinture vert foncé appliquée au pinceau

De prise à interrupteur double : câble isolant, bleu en masse, élastique, flexible

Interrupteur double : plaques en composite brun foncé, dur

De l'interrupteur à la prise : câble isolant, bleu en masse, élastique, flexible

De l'interrupteur à la prise simple (1 tige) : câble isolant, rouge en masse, élastique, flexible

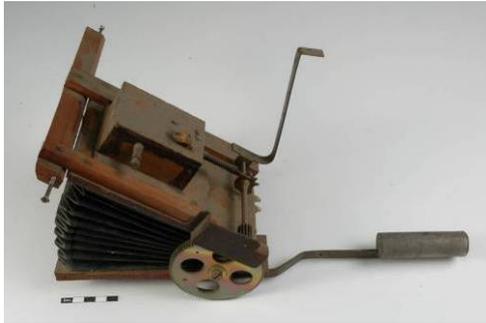
Prise simple (1 tige) : double domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, coulée, avec revêtement de peinture bleue appliquée au pinceau

Palpeur : composite brun foncé, dur

Pointes de levier : composite brun foncé, dur

**Groupe 22** (voir photos n° 1.59-1.60)

**Pièce n°30** : soufflet



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 2 pièces de fixation de câbles | : matière plastique, blanche en masse, translucide, matte, dure, moulée |
| Gaine crantée                  | : tube en caoutchouc noir   |
| Parties en bois (entre et sur) | : adhésif brun  |
| Sur métal                      | : revêtement de peinture noire  |

**Groupe 23** (voir photo n° 1.61)

**Pièce n°31** : disque calendrier



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                                |  |
|--------------------------------|--|
| Index/numéros                  | : revêtement de peinture blanche sur disques en carton, et couche de vernis    |
| Numéros sur les disques        | : transferts de numéros prédécoupés autocollants                               |
| Collage des index sur le métal | : adhésif, résine  |
| Texte et motif                 | : peinture noire sur métal, dans sillons                                       |
| Sur le métal                   | : couche de protection du cadran et des aiguilles, colorée/grisée par endroits |

**Groupe 24** (voir photo n° 1.62)

**Pièce n°32** : disque à index bleus



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                        |  |
|------------------------|--|
| Disques avec dates     | : carton avec revêtement peinture blanche et vernis  |
| Dates sur disques      | : pourtour des chiffres noir (feutre), remplissage en feutre (marque de foulage dans carton) |
| Index                  | : peinture bleue, avec vernis  |
| Sur le métal du cadran | : couche de protection   |
| Signature              | : transfert de lettres prédécoupées autocollantes  |

**Groupe 25** (voir photos n° 1.64-1.65)

**Pièce n°33** : scène avec figurines



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| Revêtement               | : peinture de différentes couleurs                |
| Couche de protection     | : vernis sur la peinture                          |
| 2 prises, partie femelle | : matière plastique, jaune en masse, dure, moulée |

**Groupe 26** (voir photo n° 1.66)

**Pièce n°34** :



© HEAA Arc TSC/AVU

- |            |                  |
|------------|------------------|
| Revêtement | : peinture grise |
|------------|------------------|

**Groupe 27** (voir photo n° 1.67)

**Pièce n°35** : plomb



© HEAA Arc TSC/AVU

Revêtement : peinture noire

**Groupe 28** (voir photos n° 1.68-1.70)

**Pièce n°36** : scène marine avec vagues



© HEAA Arc TSC/AVU



© HEAA Arc TSC/AVU

*Circuit :*

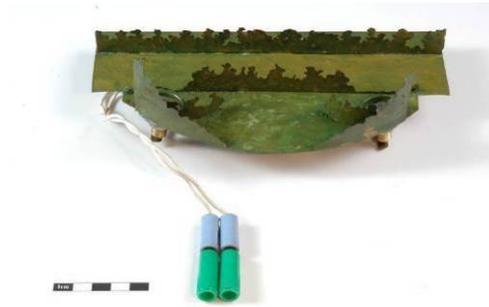
- |  |  |
|--|--|
| Prise                                  | : domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, cou-<br>lée, avec revêtement de peinture blanche appliquée au pinceau |
| Entre prise et moteur                  | : câble transparent (incolore), élastique, flexible  |
| Bobine                                 | : matière plastique, noire en masse, dure, de chaque côté  |
| Isolation de bobine, autour des spires | : ruban adhésif, type « carrossier » (papier + adhésif), et, par-<br>dessus, ruban adhésif transparent pour maintenir étiquette      |
| De bobine à prise                      | : câble transparent (incolore), élastique, flexible  |
| Bloc métallique du moteur              | : revêtement de peinture noire   |
| Tube réservoir d'huile                 | : matière plastique transparente (incolore), élastique, flexible   |
| Petite roue de transmission            | : matière plastique, noire en masse, dure  |

Grande roue de transmission : matière plastique, rouge-brun en masse, dure  
Courroie de transmission : câble, matière plastique, rouge en masse, élastique, flexible  
Roue en contact avec courroie : composite brun foncé, dur

Revêtement sur métal et bois : peinture de différentes couleurs, et vernis sur parties métalliques peintes

**Groupe 29** (voir photos n° 1.71-1.72)

**Pièce n°37** : décors avec buissons



© HEAA Arc TSC/AVU

*Circuit :*

Prises verte (partie mâle) et bleue (partie femelle) : matière plastique, verte ou bleue en masse, dure, moulée

Câble allant vers la base : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible

Câble allant sur le métal : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible

Câble allant entre chaque plaque de contact en métal : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible

Revêtement : peinture de différentes gammes de vert

**Groupe 30** (voir photo n° 1.73)

**Pièce n°38** : ville sous ciel étoilé



© HEAA Arc TSC/AVU

Etoiles, faux- diamants : matière plastique incolore, transparente ou opaque, pour certains, taillée, collée sur support métallique,

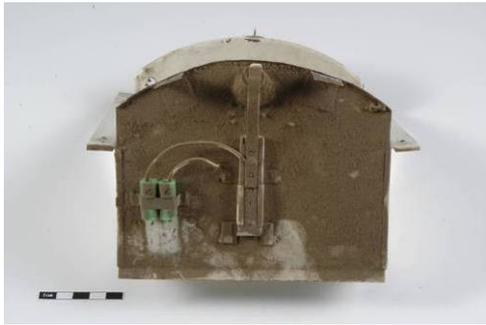
Ciel : revêtement de peinture vert bleu très foncé (presque noire, selon épaisseur de la couche)

Lune : revêtement de peinture noire et blanche, sur boule en matière plastique, jaune brun en masse, dure, ou sur bois vernis

Décors de ville : revêtement de peinture de divers coloris

**Groupe 31** (voir photos n° 1.74-1.75)

**Pièce n° 39 :**



© HEAA Arc TSC/AVU

*Circuit :*

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| Prise, partie femelle | : matière plastique, vert clair en masse, dure, moulée et découpée |
| Câble                 | : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible         |
| Câble                 | : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible         |
| Prise, partie femelle | : matière plastique, vert clair en masse, dure, moulée et découpée |
| Revêtement            | : peinture blanche   |

**Groupe 32** (voir photos n° 1.76-1.77)

**Pièce n° 40 :** scène de danse



© HEAA Arc TSC/AVU

- |   |   |
|---|---|
| Personnages (têtes, mains, jambes, parties de costumes, instruments de musique) | : matière plastique, blanche (voire écru) en masse, dure, probablement sculptée |
| Revêtement sur personnages  | : peinture de diverses couleurs   |
| Estrade des musiciens   | : revêtement de peinture ocre et noire  |
| Disque – support des personnages  | : revêtement de peinture vert-de-gris   |
| Arbre avec feuillage au-dessus  | : revêtement de peinture de diverses couleurs                                   |
| Paysage, décors de fond   | : revêtement de peinture de diverses couleurs sur métal                         |
| Verso de la plaque du décor de fond   | : revêtement de peinture « à effet martelé » vert-de-gris                       |
| Armature métallique autour de la scène  | : revêtement de peinture vert-de-gris   |
| Sur diverses zones des personnages  | : adhésifs de différents types  |

**Groupe 33** (voir photos n° 1.78-1.81)

**Pièce n° 41 :** cabinet de l'horloge



© HEAA Arc TSC/AVU



© HEAA Arc TSC/AVU

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| Domino de la prise                   | : domino en matière plastique, noire en masse, dure, flexible, cou-<br>lée, avec revêtement de peinture blanche appliquée au pinceau |
| Câble                                | : matière plastique, blanche en masse, élastique, flexible   |
| Fixations de câbles                  | : matière plastique, blanche en masse, translucide, matte, dure et<br>moulée   |
| Interrupteur (bouton extérieur)      | : matière plastique, blanche en masse, dure, moulée  |
| Interrupteur (sans bouton extérieur) | : matière plastique, blanche en masse, dure, moulée  |
| Sur le cabinet                       | : revêtement en vernis transparent   |
| Sur le papier (« vitraux »)          | : revêtement en vernis transparent   |

## 2-3- Altérations des plastiques

Les parties contenant des matières plastiques sont étudiées pour en définir leur état de conservation. Les signes d'altérations sont listés afin d'en établir un constat. Pour ce faire, les objets ont été observés à l'œil nu, sous stéréomicroscope (loupe binoculaire) et sous microscope. Une lampe à rayonnement UV a permis d'observer une éventuelle fluorescence de la matière sous ce type de rayonnement. Une indication des résultats de l'utilisation d'UV suit le constat des altérations.

### Groupe 1

**Pièce n°1** : pièce en forme d'Y, avec deux vis et sur levier à ressorts

Cylindre noir : *(voir photo n° 1.1)*

- peu de poussière
- griffures, rayures
- dépôts gris mats

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.82)*

La matière plastique noire fluoresce peu, et apparaît noire, matte et laiteuse. On observe quelques grains jaunes de différentes tailles et non uniformes. Il s'agit probablement d'inclusions de pigments ou de matière non moulue. On remarque également la non-uniformité de la distribution des pigments.

**Pièce n°2** : électromoteur avec vis sans fin (circuit)

Domino noir : *(voir photo n° 1.2)*

- peu de poussière
- légère opacification de la surface
- légère déformation
- perte partielle ou faible usure du revêtement peinture
- le plastique est resté dur et flexible, mais n'a pas perdu de son élasticité
- vers les câbles, taches de peinture verte

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.83)*

La matière plastique noire fluoresce en noir, et apparaît peu laiteuse et uniforme. Le revêtement de peinture jaune fluoresce en jaune mat.

Domino blanc : *(voir photo n° 1.2)*

- peu de poussière
- coloration au niveau de la fixation des câbles
- léger durcissement

→ **sous UV** :

La matière plastique blanche fluoresce en blanc plus transparent, et montre une structure fibreuse.

Câbles transparents : *(voir photo n° 1.2)*

- peu de poussière
- taches
- fort jaunissement du plastique
- légère perte de flexibilité, mais le plastique a gardé suffisamment de flexibilité et d'élasticité

→ **sous UV** :

La matière plastique transparente fluoresce en jaune laiteux.

Câbles rouges : *(voir photo n° 1.2-1.4)*

- peu de poussière
- taches noires de saleté
- perte de flexibilité
- griffures
- surface rugueuse
- probable décoloration

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.83)*

La matière plastique rouge fluoresce en rouge mat.

Toile encollée (du câble entre le domino blanc et l'isolant): *(voir photo n° 1.4)*

- peu de poussière
- saleté prononcée
- durcissement de la toile
- probable brunissement de l'adhésif

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.83)*

Le tissu fluoresce fortement en jaune, sauf où la surface est très sale.

Isolants en composite : *(voir photo n° 1.2, 1.4)*

- peu de poussière
- écrasement des angles

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.83)*

Le matériau composite fluoresce en noir uniforme.

Revêtement peinture sur bloc métallique : *(voir photo n° 1.2-1.3)*

- poussière
- perte partielle
- griffures

Toile encollée dans moteur : *(voir photo n° 1.4)*

- beaucoup de poussière
- saleté

→ **sous UV** :

On observe une forte fluorescence de la colle plastique du composite.

## Groupe 2

Etoiles oranges : *(voir photo n° 1.5)*

- Peu de poussière
- 10 fausses pierres sont manquantes.

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.84)*

- Les étoiles oranges fluorescent très fortement en orange. C'est probablement le colorant orange dans la matière plastique qui fluoresce.

- Les étoiles jaunes ne fluorescent pas. Ce n'est donc pas le même colorant dans ces étoiles que dans les étoiles oranges.

Revêtement peinture sur disque : *(voir photo n° 1.5)*

- Peu de poussière
- Réseau de microcraquelures du « vernis » sur la peinture
- Fort jaunissement du « vernis » sur la peinture
- Lacunes sur le rebord du disque
- Lacunes dans certains sillons (probablement lorsque la peinture était fraîchement appliquée)
- Surface peu rayée et usée par frottement
- Certains creux (métal perforé pour recevoir les « faux diamants ») n'ont plus de « faux diamants », et on voit des restes d'adhésif
- Le vernis a coulé, de manière qu'au milieu la couche est moins épaisse et aux bords plus épaisse.
- Comme le vernis a fortement jauni avec le temps, l'aspect de la peinture a changé : la peinture bleue paraît plus foncée, presque noire, et la voie lactée est jaune plutôt que blanche et a décoloré vers le milieu.

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.84)*

Le vernis fluoresce très fortement en jaune. On observe que la couche de vernis est épaisse, non uniforme et fortement dégradée.

Index blancs : *(voir photo n° 1.6)*

- poussière
- griffures en surface
- taches noires dans les sillons des griffures

Texte en noir : *(voir photos n° 1.6-1.7)*

- poussière
- transfert de peinture en dehors des sillons (dans craquelures du plastic)

### **Groupe 3**

Verre : *(voir photo n° 1.8)*

- peu de poussière
- marques de doigts, taches
- rayures sur surface externe
- petite fente au centre du disque, au niveau de la fixation
- matière légèrement grisée

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.85)*

La matière plastique ne change pas d'aspect.

Motif de la mappemonde : *(voir photo n° 1.8)*

- peu de poussière
- forte décoloration des lignes de longitudes et latitudes et des contours des continents
- la peinture noire délimitant les continents se décolle du support

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.85)*

La peinture rouge fluoresce fortement en jaune avec des particules noires.

Fond noir et blanc : *(voir photo n° 1.8)*

- poussière
- taches
- marques de doigts
- lacunes sur le rebord

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.86)*

Le fond noir fluoresce en noir laiteux, et met en évidence une ligne jaunâtre entre la peinture blanche et la peinture noire.

#### **Groupe 4**

Dominos : *(voir photos n° 1.9, 1.11)*

- poussière
- perte du revêtement peint par endroits (diagnostic : usure, frottement, traces de manipulation)
- légère déformation (altération ou d'origine ?)
- opacification partielle de la surface (sûrement d'origine)

→ **sous UV** :

- La matière plastique noire fluoresce en noir laiteux, mat.
- La peinture sur le domino fluoresce fortement en blanc.

Câbles transparents : *(voir photos n° 1.9, 1.11)*

- poussière
- jaunissement
- taches

→ **sous UV** :

La matière plastique transparente fluoresce en blanc-jaune laiteux.

Câbles noirs : *(voir photos n° 1.9-1.11)*

- poussière

→ **sous UV** :

La matière plastique noire garde sa couleur et apparaît matte.

Gaine/manchette jaune autour des câbles noirs : *(voir photos n° 1.9-1.11)*

- poussière
- taches
- légère perte de flexibilité

→ **sous UV** :

La matière plastique jaune garde sa couleur et apparaît matte.

Polymère noir de chaque côté de la bobine : *(voir photos n° 1.9, 1.11)*

- poussière
- rayures
- taches

Ruban adhésif autour des spires – type carrossier : *(voir photos n° 1.9, 1.11)*

- type carrossier : jaunissement/brunissement
- suintement de l'adhésif (l'adhésif a traversé le papier)

→ **sous UV** :

L'adhésif dans le ruban fluoresce fortement en jaune.

Ruban adhésif autour des spires – transparent : *(voir photos n° 1.9, 1.11)*

- jaunissement
- perte de transparence
- durcissement de l'adhésif
- craquelures
- trou
- décollement partiel
- taches en surface
- amas de salissure le long des bords

Plaques isolantes : *(voir photos n° 1.9-1.10)*

- poussière

→ **sous UV** :

Le composite fluoresce partiellement en jaune.

Palpeur : *(voir photos n° 1.9-1.10)*

- poussière

Fixation des pieds :

- poussière
- coloration en brun
- taches
- décollement

Roues : *(voir photo n° 1.10)*

- poussière
- taches grises : graisse/lubrifiant
- traces de fabrication : rayures

Revêtement jaune :

- poussière
- lacunes
- craquelures

## **Groupe 5**

Disque : *(voir photo n° 1.12)*

- poussière
- rayures en surface, usures superficielles
- marques de doigts, taches, tache au feutre violet
- enfoncements au niveau des trous de fixation (marques de vis)
- coloration du polymère en gris brun, voire jaune-grisâtre
- reste flexible, non cassant

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.87)*

La matière plastique transparente fluoresce fortement en jaune-verdâtre, de manière uniforme, confirmant la dégradation de la matière. Les usures sont également mises en évidence.

Boule noir et blanc : *(voir photo n° 1.12)*

- poussière
- taches
- jaunissement du vernis
- lacunes de peinture
- cassure et petite lacune autour du trou de fixation, côté roue

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.87)*

Le vernis fluoresce fortement en jaune laiteux. Les parties non peintes fluorescent fortement en bleu-vert.

### **Groupe 6**

Boules : *(voir photos n° 1.13-1.14)*

- poussière
- éclat et lacune au bord du trou de fixation d'une des boules
- jaunissement de la matière

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.88)*

Certaines boules fluorescent fortement en violet.

Revêtement sur les boules : *(voir photo n° 1.14)*

- poussière
- taches sur la peinture et le revêtement
- jaunissement du revêtement de peinture blanche
- lacunes dans le revêtement
- dégradation de la peinture

→ **sous UV** : *(voir photo n° 1.88)*

La peinture dégradée fluoresce en blanc laiteux.

### **Groupe 7**

Roue : *(voir photos n° 1.15-1.16)*

- poussière
- taches, entre autres de lubrifiant
- dépôt noir sur toute la surface, d'un seul côté
- possible décoloration, sur l'autre face
- forte déformation (bombé)
- irrégularité de la denture

### **Groupe 8**

Roue : *(voir photos n° 1.18-1.20)*

- poussière
- légère déformation

- taches grisâtres bleutées dues à un lubrifiant (graphite) non gras
- apparition du textile à la surface (faible couche de résine au dessus)
- dents peu usées et une dent cassée

→ **sous UV :**

Seules les parties non grisâtres (donc non recouvertes de lubrifiant) fluorescent fortement en jaune, donc seule la matière plastique du composite fluoresce.

### **Groupe 9**

Roue : *(voir photo n° 1.22, 1.24)*

- poussière
- lacunes sur la denture
- apparition du textile à la surface (faible couche de résine au dessus)
- légère déformation

→ **sous UV :**

Seule la matière plastique du composite fluoresce fortement en jaune. L'étiquette sur la roue fluoresce aussi en jaune.

### **Groupe 10**

Blocs de prise : *(voir photo n° 1.26)*

- poussière, mais surtout sur la face supérieure
- tache
- faible jaunissement sur la partie supérieure des blocs
- éclats et lacunes autour des trous de prise

→ **sous UV :** pas de fluorescence

Câbles rouges et bleus : *(voir photo n° 1.25)*

- poussière
- couche superficielle de saleté
- durcissement

→ **sous UV :** pas de fluorescence

Gainages textiles de câbles : *(voir photo n° 1.25)*

- poussière
- durcissement de la substance d'imprégnation

→ **sous UV :**

Le coton imprégné d'une substance non identifiée fluoresce relativement fortement en jaune.

Rondelles carrées : *(voir photo n° 1.25)*

- poussière
- fissures sur tout le pourtour du trou et cassures
- durcissement de la surface
- perte d'élasticité
- taches

- opacification partielle

→ **sous UV :**

La matière fluoresce fortement en brunâtre-jaune laiteux, en surface, mais pas dans les fissures.

### **Groupe 11**

Câbles jaunes : *(voir photo n° 1.27)*

- poussière
- taches
- perte de flexibilité, mais matière restant toujours élastique
- décoloration
- déformation des spires
- écrasement des spires

→ **sous UV :**

La matière fluoresce faiblement en jaune laiteux.

Câble rouge : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- taches
- durcissement

Roue : *(voir photo n° 1.28)*

- poussière
- taches
- dépôt de lubrifiant (huile)
- coloration et décoloration (brun foncé) de la matière, donnant un motif « écailles de tortue »
- opacification et sorte de ramollissement de la surface
- griffures, rayures d'usures (surtout sur face extérieure)
- légère déformation
- forte usure des dents
- microcraquelures

→ **sous UV :**

Sur la face extérieure (côté extérieur de l'axe), la matière fluoresce légèrement en jaunâtre-verdâtre, laiteux, de manière assez uniforme, sauf vers les dents et autour de l'axe. Les dépôts d'huile fluorescent très peu, montrant que le dépôt est assez frais.

Sur la face intérieure (côté axe), on observe la même fluorescence, mais avec moins de dépôts huileux.

Quadruple domino : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- perte partielle du revêtement peinture violette
- légère opacification de la surface
- durcissement
- enfoncement au centre

→ **sous UV :** pas de fluorescence

Sextuple domino : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- taches
- légère opacification de la surface
- déformation

Gaines rouges : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- taches
- décoloration
- déchirures aux extrémités
- perte de souplesse

Câble blancs : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- taches, entre autres de peinture
- légère perte de flexibilité

Câbles rouges : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- taches
- légère perte de flexibilité
- léger durcissement, mais la matière a gardé une bonne élasticité

→ **sous UV :**

La matière fluoresce en rosâtre, de manière prononcée et uniforme.

Toile encollée : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- durcissement

Revêtement peinture sur bloc métallique : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- perte partielle
- griffures

Plaque isolante : *(voir photo n° 1.29)*

- poussière
- usure des tranches

## **Groupe 12**

Domino : *(voir photo n° 1.30)*

- poussière
- resté très flexible et élastique

→ **sous UV :**

La matière plastique fluoresce très légèrement.

Câbles : *(voir photo n° 1.30)*

- poussière
- taches sur les reliefs
- fondu et brûlé au niveau des soudures

→ **sous UV :**

Le câble rouge fluoresce peu, en rouge laiteux.

Fixations blanches : (*voir photo n° 1.30*)

- poussière
- petites fissures sur le sommet, autour du trou
- déformation sur le fond, autour de la fixation (sûrement à cause de la fixation forcée)

→ **sous UV :**

La matière fluoresce fortement en blanc laiteux.

Rondelle – joint isolant : (*voir photo n° 1.30*)

- peu de poussière

→ **sous UV :**

La matière plastique du composite fluoresce peu.

### **Groupe 13**

Dominos : (*voir photos n° 1.31-1.32*)

- peu de poussière
- perte du revêtement peinture par endroits (diagnostic : frottement, traces de manipulation)
- revêtement : peinture a perdu de sa couleur, a grisé
- légère déformation (altération ou d'origine ?)
- petites marques de griffures
- marque d'enfoncement de vis autour du trou
- opacification partielle de la surface (sûrement d'origine)
- traces de fabrication : marque du découpage des carreaux et abrasion volontaire (pas une altération !)

→ **sous UV :**

La peinture vert clair sur les dominos fluoresce fortement en jaune laiteux.

Câbles blancs : (*voir photos n° 1.31-1.32*)

- peu de poussière et saleté collante en surface
- marques de couleur dues au transfert de revêtement provenant des dominos (dépôt en surface), du contact avec d'autres pièces (coloration du polymère)
- coloration du câble pour sa distinction, due au marquage au feutre de couleur
- taches de peinture bleue
- fil partant du quadruple domino : extrémité fondue et brunie par la chaleur (soudure)
- extrémités de câbles vers isolant : polymère fondu à cause de la soudure
- toujours flexibles
- extrémités brûlées (niveau de la soudure)

Gaine rouge : (*voir photos n° 1.31-1.32*)

- peu de poussière et saleté collante en surface

- décoloration en surface, à l'extérieur : polymère devenu rosé, alors que toujours rouge à l'intérieur

→ **sous UV :**

La matière fluoresce fortement en rose.

Note : Sous UV, le câble rouge devient rose et on voit une substance devenant orange fluorescent au niveau des soudures de contact. Il s'agit probablement d'une huile lubrifiante.

Tubes noirs : *(voir photos n° 1.31-1.32)*

- poussière
- durcissement de la gaine noire
- lacune

Isolants : *(voir photos n° 1.31-1.32)*

- poussière en surface
- une des plaques est écrasée sur le rebord du haut

→ **sous UV :**

Au niveau des deux blocs (tâteur et platine), la matière composite fluoresce fortement en jaune laiteux. Les plaques isolantes parallèles ne montrent pas de fluorescence significative.

## **Groupe 14**

**Pièce n°19** : tableau électrique, partie avec un seul transformateur

Fiche électrique avec fusible : *(voir photos n° 1.33-1.34)*

- poussière
- taches, entre autres de peinture blanche
- jaunissement du couvercle
- lacunes sur le rebord de chaque trou de prise

→ **sous UV :**

- La peinture blanche (blanc de zinc ?) fluoresce fortement en violet.
- Les autres peintures fluorescent peu.

Boîtier brun noir autour du transformateur (base + couvercle) : *(voir photos n° 1.33, 1.36)*

- poussière
- taches blanches
- éclaboussures de peinture
- opacification
- surface rugueuse et polie par endroits
- griffures, marques

→ **sous UV :**

La matière fluoresce légèrement en brun laiteux.

Isolation de la bobine : matière plastique transparente : *(voir photo n° 1.35)*

- peu de poussière
- taches
- coloration jaune gris de la matière
- perte de transparence

Isolation des spires : film transparent : *(voir photo n° 1.35)*

- peu de poussière
- taches sur spires et dépôts entre spires : dans bobine primaire

Dominos : *(voir photos n° 1.33-1.34, 1.37)*

- peu de poussières
- taches
- griffures
- légère opacification
- légère déformation
- sur certains, enfoncements au centre dus aux fixations
- perte partielle du revêtement peinture
- décoloration de la peinture
- taches sur le revêtement
- note : les dominos ont été peints après fixation, car on voit de la peinture sur les vis de fixation.

→ **sous UV** :

La peinture contenant du blanc ou du vert clair fluoresce fortement.

Câbles bleus : *(voir photos n° 1.33, 1.35, 1.37-1.38)*

- peu de poussière
- taches
- coloration
- griffures
- légère perte de flexibilité

Câbles jaunes : *(voir photo n° 1.33, 1.35, 1.38)*

- peu de poussière
- taches
- forte décoloration
- griffures

Câbles rouge : *(voir photos n° 1.33-1.35, 1.38)*

- peu de poussière
- taches
- décoloration localisée
- griffures
- légère perte de flexibilité

Note : rigidité des câbles : rouge > bleu > vert > jaune

Prise/domino : *(voir photo n° 1.37)*

- poussière
- opacification
- légère déformation
- perte partielle du revêtement peinture

Prises « banane » : *(voir photo n° 1.33)*

- poussière
- griffures

- légère opacification
- microfissures sur la prise rouge et sur la prise verte, du côté du métal
- jaunissement de la prise verte vers le métal (à cause de la chaleur) ; du côté opposé au métal, le plastic est plus blanc et contient plus de fissures (à cause de la poussée de la vis à l'intérieur)  
→ non uniformité de la dégradation, par zones

→ **sous UV :**

- La prise rouge ne fluoresce pas.
- La prise verte montre une dégradation graduée, car les parties à l'opposé du métal fluorescent plus que les parties vers le métal. On observe aussi une certaine fibrosité.
- Les deux prises blanches fluorescent fortement en blanc jaunâtre, de manière uniforme. On remarque aussi que la matière est un peu fibreuse.

Fixations de câbles : *(voir photo n° 1.38)*

- poussière
- coloration
- déformation
- durcissement

Entre tableau avec 1 transformateur et tableau avec 2 transformateurs :

Câbles rouges : *(voir photos n° 1.38-1.39)*

- poussière
- taches
- légère perte de flexibilité (la matière était probablement déjà plus dure au départ, par sa propre nature et les pigments utilisés)

Gaine rouge : *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- taches
- décoloration
- écrasement : la gaine a été pincée, et il y a déformation durable.

→ **sous UV :**

La matière fluoresce fortement en rose clair laiteux.

**Pièce n°20** : tableau électrique, partie avec deux transformateurs

Boîtier brun noir autour du transformateur (base + couvercle) : *(voir photo n° 1.39)*

- poussière
- taches blanches
- éclaboussures de peinture
- opacification
- surface rugueuse et polie par endroits
- griffures, marques
- importante lacune sur un des couvercles

Isolation de la bobine : matière plastique transparente

- poussière
- taches

- coloration jaune gris de la matière
- perte de transparence

Isolation des spires : film transparent :

- poussière

Dominos : *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussières
- taches
- griffures
- légère opacification
- légère déformation
- sur certains, enfoncements au centre dus aux fixations
- perte partielle du revêtement peinture
- décoloration de la peinture
- taches sur le revêtement

Câbles verts : *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- taches
- coloration
- griffures
- légère perte de flexibilité

Câbles jaunes : *(voir photos n° 1.38-1.40)*

- poussière
- taches
- forte décoloration
- griffures

Câbles rouge : *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- taches
- décoloration localisée
- perte de flexibilité
- écrasements

Câbles bleus : *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- taches
- coloration
- légère perte de flexibilité

Gaine rouge (verso) : *(voir photo n° 1.40)*

- poussière
- décoloration

Prise : *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- opacification

- légère déformation
- perte partielle du revêtement peinture

Prises « banane» (vert + rouge): *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- griffures
- décoloration
- cassures

Prises « banane» (blanc): *(voir photos n° 1.39-1.40)*

- poussière
- taches
- griffures
- coloration
- lacunes

Fixations de câbles : *(voir photo n° 1.40)*

- poussière
- coloration
- durcissement

### **Groupe 15**

Prise « banane » : *(voir photo n° 1.41)*

- poussière et saleté
- taches
- décoloration (de rose à rose plus clair), surtout dans les zones de brûlures
- fissures autour de la vis de fixation
- petites lacunes sur les rebords
- écrasements sur les rebords
- brûlure de la surface, autour des vis
- légère déformation

→ **sous UV :**

- Ni la saleté, ni les taches ne fluorescent.
- La matière plastique ne fluoresce pas, mais on remarque la non uniformité dans la dispersion des pigments dans la matière.

Prise normale : *(voir photo n° 1.42)*

- poussière
- taches
- déformation
- griffures

→ **sous UV :**

La matière ne fluoresce pas significativement, mais on observe que la matière entourant les prises est plus translucide, donc comporte moins de pigments.

Câble isolant : *(voir photo n° 1.41)*

- poussière, saleté dans les creux

- taches
- légère perte de flexibilité
- déformation (plis)
- jaunissement, voire même coloration brune
- dépôts de matière blanche (peinture ?) à environ 10 cm de la prise « banane »
- éraflures
- abrasion

→ **sous UV :**

- La tache de matière blanche fluoresce en violet.
- Au niveau de la partie jaunie, on observe une légère fluorescence d'aspect laiteux violet.
- Sur le reste du câble, la matière ne fluoresce pas de manière significative.

### **Groupe 16**

Phases de lune : *(voir photos n° 1.43-1.44)*

- revêtement peinture craquelé
- vernis non uniforme sur le fond noir

Texte écrit sur métal : *(voir photos n° 1.43-1.44)*

- peinture disparue par endroits, dans les sillons
- lacunes partielles des transferts de lettres

### **Groupe 17**

Index : *(voir photos n° 1.45-1.46)*

- différence de couleur selon les index : les n° 8-9-13-17 sont plus jaunes que les autres, et paraissent différents
- jaunissement du vernis
- craquellement du vernis
- pertes d'écaillage de ce vernis
- 3 pastilles manquent (il en reste donc 28)

Adhésif :

- brunissement
- durcissement
- perte du pouvoir adhésif

Texte écrit sur métal : *(voir photos n° 1.45-1.46)*

- peinture disparue par endroits, dans les sillons
- déplacement des transferts autocollants (cf. marque autour des lettres)
- lacunes de transferts

### **Groupe 18**

Fixation de câbles : *(voir photo n° 1.47)*

- poussière
- partie manquante sur une des deux fixations, car cassée

Tubes : *(voir photo n° 1.47)*

- poussière
- griffures
- décoloration d'un tube, globalement, et d'une partie du deuxième

### **Groupe 19**

Domino noir : *(voir photo n° 1.48)*

- poussière
- taches brunes
- perte du revêtement peinture par endroits
- légère déformation (altération ou d'origine ?)
- opacification partielle de la surface (sûrement d'origine)

Câbles blancs : *(voir photo n° 1.48)*

- poussière
- tâches
- saleté

Domino blanc : *(voir photo n° 1.48)*

- poussière
- tâches
- fissures, fractures

Câble rouge : *(voir photos n° 1.48-1.50)*

- poussière
- durcissement
- perte de flexibilité

Câble jaune : *(voir photos n° 1.49-1.50)*

- poussière
- durcissement
- perte de flexibilité

Manchette brune : *(voir photo n° 1.50)*

- poussière
- durcissement

Roue : *(voir photo n° 1.49)*

- poussière
- déformation
- taches grises : graisse/lubrifiant

Plaques isolantes : *(voir photo n° 1.50)*

- poussière

Pieds : *(voir photos n° 1.50-1.52)*

- poussière
- taches brunes
- déchirures
- déformation
- durcissement plus ou moins important (surtout sur les pièces n°2 et 3)
- craquelures, fissures sur les pièces n°2 et 3
- sorte de rétraction de la surface
- pieds collés l'un sur l'autre sur les pièces n°2 et 3
- fonte à certains endroits

Revêtement peinture noire sur partie métallique : *(voir photos n° 1.48-1.49)*

- poussière
- perte d'écaillés (dus à corrosion sous-jacente)

## **Groupe 20**

Câbles verts : *(voir photos n° 1.53-1.56)*

- poussière
- légère décoloration
- par endroits, marque de fonte, sur le long du câble, et en son extrémité
- taches noires
- légère perte de flexibilité

Gaine rouge : *(voir photos n° 1.53, 1.55-1.56)*

- poussière
- décoloration, car le rouge est devenu rose
- léger durcissement

Interrupteur : *(voir photo n° 1.56)*

- poussière

Polymère noir de chaque côté de la bobine : *(voir photo n° 1.54)*

- poussière
- légère abrasion

Ruban adhésif autour des spires – type carrossier : *(voir photo n° 1.54)*

- jaunissement/brunissement
- suintement de l'adhésif (adhésif a traversé le papier)

### **→ sous UV :**

L'adhésif dans le ruban fluoresce fortement en jaune.

Ruban adhésif autour des spires – transparent : *(voir photo n° 1.54)*

- jaunissement
- perte de transparence
- durcissement de l'adhésif
- craquelures
- décollement partiel
- taches en surface

- amas de salissure le long des bords

Roue de transmission noire : *(voir photos n° 1.53-1.54)*

- poussière
- dépôt de lubrifiant

Roue de transmission brun rouge : *(voir photos n° 1.53-1.54)*

- poussière
- taches de lubrifiant
- fissure interne
- rayures
- coloration ou décoloration : apparition de taches foncées dans la masse

Roue rouge : *(voir photo n° 1.56)*

- poussière
- déformation
- taches de lubrifiant

Revêtement noir sur pièce de métal : *(voir photos n° 1.53, 1.55-1.56)*

- poussière

## **Groupe 21**

Domino noir avec revêtement brun : *(voir photo n° 1.57)*

- poussière
- perte de revêtement peinture partielle, laissant apparaître la couche turquoise sous-jacente
- éclaboussures de peinture turquoise

Domino noir avec revêtement vert foncé : *(voir photo n° 1.57)*

- poussière
- taches de lubrifiant
- légère perte de peinture du revêtement

Domino noir avec revêtement bleu : *(voir photo n° 1.57)*

- poussière
- perte de peinture su revêtement

Câbles bleus : *(voir photos n° 1.57-1.58)*

- poussière
- taches oranges
- légère perte de flexibilité
- griffures et coupures

Câble rouge : *(voir photos n° 1.57-1.58)*

- poussière
- taches
- enfoncements
- perte de flexibilité

- fonte vers la soudure

Plaques isolantes : *(voir photos n° 1.57-1.58)*

- poussière
- craquelures
- fonte vers les extrémités

Palpeur : *(voir photos n° 1.57-1.58)*

- poussière
- taches, entre autres de lubrifiant

## **Groupe 22**

Fixation de câbles : *(voir photo n° 1.60)*

- poussière
- taches
- coloration brune
- dépôt brun
- durcissement
- légère déformation

Caoutchouc : *(voir photo n° 1.60)*

- poussière
- durcissement
- craquellement
- fissures
- perte de flexibilité

Adhésif : *(voir photo n° 1.59)*

- poussière
- craquellement
- durcissement
- décollement
- perte du pouvoir adhésif
- brunissement (plus foncé)

Revêtement peinture : *(voir photo n° 1.59)*

- poussière
- craquellement
- soulèvement
- écaillage
- perte/lacune importante
- griffures
- coloration grisâtre
- corrosion passe à travers

## **Groupe 23**

Index : *(voir photo n° 1.61)*

- poussière
- jaunissement du vernis
- pertes d'écaillage de ce vernis
- décolllement d'une partie des transferts (nombres) noirs

Adhésif : *(voir photo n° 1.61)*

- brunissement

Couche protection métal : *(voir photo n° 1.61)*

- ternissure (grisée)
- taches brunes
- abrasion
- lacunes partielles

Texte et motif : *(voir photo n° 1.61)*

- peinture disparue par endroits, dans les sillons

## **Groupe 24**

Disques : *(voir photo n° 1.62)*

- poussière
- craquellement du vernis
- lacunes de vernis
- jaunissement du vernis
- perte de couleur de remplissage des chiffres des dates

Peinture bleue : *(voir photo n° 1.62)*

- poussière
- craquellement
- soulèvement d'écailles
- taches

Couche protection métal : *(voir photo n° 1.62)*

- poussière
- ternissure, grisaillement
- taches, brunissement
- abrasion partielle
- lacune partielle

Signature : *(voir photo n° 1.62)*

- lacune partielle des transferts autocollants
- déplacement des transferts (cf. marque autour des lettres)

## **Groupe 25**

Revêtement peinture : *(voir photos n° 1.63-1.65)*

- poussière
- légère abrasion dans certaines zones

- griffures

Vernis de surface : *(voir photos n° 1.63-1.65)*

- poussière
- jaunissement
- perte partielle de la couche par endroits

Prises, partie femelle : *(voir photos n° 1.64-1.65)*

- poussière
- probable décoloration
- enfoncements
- griffures

→ **sous UV** :

- La matière plastique ne fluoresce pas de manière significative.

### **Groupe 26**

Revêtement peinture : *(voir photo n° 1.66)*

- poussière
- soulèvement et bulles
- perte d'écailles
- corrosion sous-jacente la transperce

### **Groupe 27**

Revêtement peinture : *(voir photo n° 1.67)*

- poussière
- abrasion en surface
- craquellement
- lacunes assez importantes

### **Groupe 28**

Revêtement peinture : *(voir photos n° 1.68-1.69)*

- poussière
- perte de surface
- abrasion par lignes sur tambour (où frottement avec paysage devant et tube réservoir d'huile derrière)
- abrasion sur le socle en bois
- jaunissement/brunissement du vernis
- craquellement et soulèvement d'écailles du vernis (cf bateau)
- lacunes du vernis

Domino : *(voir photo n° 1.68)*

- poussière
- revêtement peinture abrasé
- perte partielle du revêtement
- légère déformation

Câbles : *(voir photos n° 1.68, 1.70)*

- poussière
- jaunissement
- durcissement
- perte de flexibilité
- taches

Polymère noir de chaque côté de la bobine : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- opacification et voile gris
- légère abrasion

Ruban adhésif autour des spires – type carrossier : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- jaunissement/brunissement
- suintement de l'adhésif (adhésif a traversé le papier)
- taches de lubrifiant grises

**→ sous UV :**

L'adhésif dans le ruban fluoresce fortement en jaune.

Ruban adhésif autour des spires – transparent : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- jaunissement
- perte de transparence
- durcissement de l'adhésif
- craquelures
- décollement partiel
- taches en surface
- amas de salissure le long des bords

Revêtement noir sur pièce de métal : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière

Courroie : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- décoloration dans une zone
- tache
- brûlure très localisée

Roue en contact avec courroie : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- taches

Petite roue de transmission : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- dépôt de lubrifiant

Grande roue de transmission : *(voir photo n° 1.70)*

- poussière
- dépôt de lubrifiant
- décoloration/coloration rouge-brun par zones dans la matière

Tube réservoir d'huile :

- poussière
- restes d'huile
- jaunissement
- déformation
- rugosité de la surface
- fissure au niveau de la fixation

### **Groupe 29**

Prises vertes : *(voir photos n° 1.71-1.72)*

- poussière
- taches
- enfoncements
- petites fissures

Prises bleues : *(voir photos n° 1.71-1.72)*

- poussière
- taches
- enfoncements
- coloration grisée des prises bleues
- fissures
- cassures vers les vis

#### **→ sous UV :**

- La matière plastique bleue fluorescence, particulièrement au niveau de la partie découpée où la matière fluoresce en bleu très clair.
- La matière plastique verte ne fluoresce pas.

Câbles : *(voir photos n° 1.71-1.72)*

- poussière
- taches
- léger durcissement
- légère perte de flexibilité

Revêtement peinture : *(voir photos n° 1.71-1.72)*

- poussière
- rayures
- craquellements
- lacunes

### **Groupe 30**

Etoiles en faux diamants : *(voir photo n° 1.73)*

- poussière
- décollement et perte de certaines
- coloration en brun d'une des étoiles (tout à gauche)

Lune : *(voir photo n° 1.73)*

- poussière
- abrasion en surface, en ligne (diagnostic : due au frottement, et boule qui tourne)
- perte de revêtement blanc importante au niveau de cette abrasion et à l'interface avec peinture noire
- taches sur revêtement
- léger brunissement et coloration de la peinture blanche

Ciel : *(voir photo n° 1.73)*

- poussière
- perte de peinture
- taches
- matification partielle de la surface

Scène décorée : *(voir photo n° 1.73)*

- poussière
- abrasion en surface
- perte importante du décor

### **Groupe 31**

Prise « banane » : *(voir photo n° 1.75)*

- poussière
- dépôt de peinture
- fissures

Câbles : *(voir photo n° 1.75)*

- poussière
- peinture
- durcissement

Revêtement : *(voir photos n° 1.74-1.75)*

- poussière
- jaunissement global
- taches
- craquellement
- perte de surface (par abrasion et corrosion sous-jacente)

### **Groupe 32**

Personnages : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- taches
- jaunissement
- coloration

- cassure et lacune dans une coiffe de femme (celle au tablier bleu, accompagnée d'un homme)

Adhésifs : *(voir photo n° 1.77)*

- poussière
- coloration (brun)

Revêtement peinture sur personnages : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- abrasion et pertes par endroits

Revêtement peinture sur estrade (musiciens) : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière

Revêtement peinture sur disque de la scène : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- taches
- abrasion par endroits
- corrosion du métal sous-jacent passe à travers la peinture
- soulèvements
- aspect rugueux dû au soulèvement
- perte d'écaillés (surtout sur les tranches)

Revêtement peinture sur arbre et feuillage au-dessus : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- écaillage et perte d'écaillés

Revêtement peinture sur décors de fond : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- abrasion par endroits
- perte de matière sur les rebords

Revêtement peinture (« à effet martelé ») sur le verso de la plaque de fond : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- taches
- abrasion
- importantes griffures
- corrosion du métal sous-jacent passant à travers
- décoloration sur les bords

Revêtement sur armature : *(voir photos n° 1.76-1.77)*

- poussière
- taches
- abrasion par endroits
- corrosion du métal sous-jacent passe à travers la peinture
- soulèvements
- aspect rugueux dû au soulèvement
- perte d'écaillés (surtout sur les tranches)
- griffures

### **Groupe 33**

Prise : *(voir photo n° 1.81)*

- poussière
- griffures
- légère déformation

Câbles : *(voir photo n° 1.81)*

- poussière
- taches
- durcissement
- griffures, enfoncements

Fixation de câbles : *(voir photo n° 1.79)*

- poussière
- taches
- durcissement

Interrupteurs : *(voir photo n° 1.80)*

- poussière
- taches
- dépôts grisâtres
- griffures
- perte d'un des éléments extérieurs

Revêtement du cabinet : *(voir photo n° 1.78)*

- poussière
- taches
- dépôts de matière grise
- léger jaunissement
- craquelures en surface, écailles
- griffures
- pertes localisées

Revêtement des « vitraux » : *(voir photo n° 1.78)*

- poussière
- léger jaunissement



## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 3</b>																					1.8, 1.83	Déclinaison
Faux verre	*	*				*								*							1.8	Peinture décolle du support ; forte fluorescence jaune de la peinture
Motif de la mappemonde	*							*							*						1.8, 1.86	Marques de doigts
Fond noir et blanc	*	*													*							Moteur mouvement astronomique
<b>Groupe 4</b>																					1.9, 1.11	Forte fluorescence en blanc de la peinture, laiteux du plastic noir
Dominos	*						*						*		*						1.9, 1.11	Fluorescence en blanc-jaune laiteux
Câbles transparents	*	*							*												1.9-1.11	
Câbles noirs	*																				1.9-1.11	Appariation mate sous lumière UV
Gaine jaune	*	*																			1.9, 1.11	
Polymère noir sur bobine	*	*				*															1.9, 1.11	Fluorescence en forte jaune de l'adhésif ; suintement de l'adhésif
Ruban adhésif									*												1.9, 1.11	
Ruban adhésif transparent	*	*	*		*		*		*		*				*						1.9, 1.11	
Plaques isolantes	*																				1.9,-1.10	Matériaux composite avec fluorescence partiellement jaune

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
Palpeur	*																			1.9-1.10	Matériaux composite avec fluorescence partiellement jaune	
Fixation des pieds	*	*						*								*						Décollement
Roues	*	*	*		*																1.10	Traces de fabrication
Revêtement jaune	*				*										*							
<b>Groupe 5</b>																						Mouvement Apparent lunaire
Disque transparent	*					*		*								*					1.12, 1.87	Forte fluorescence en jaune-verdâtre
Boule noir et blanc	*	*						*						*	*						1.12, 1.87	Vernis fluoresce fortement en jaune laiteux ; sans vernis en bleu-vert
<b>Groupe 6</b>																						Planétaire
Boules	*							*							*						1.13-1.14	Forte fluorescence en violet
Revêtement sur boules	*	*						*							*						1.14, 1.88	Peinture dégradée fluoresce en blanc laiteux
<b>Groupe 7</b>																						Rouage mouvement du calendrier
Roue	*	*	*					*				*									1.15-1.16	Irrégularité de la denture



## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 11</b>																					Interrupteur à mercure, roue de transmission, moteur du mouvement de base	
Câbles jaunes	*	*						*			*	*				*	*				1.27	Faible fluorescence jaune laiteux
Câble rouge	*	*									*										1.29	
Roue	*	*	*		*	*	*	*	*			*			*		*				1.28-1.29	Faible fluorescence, forte usure
Quadruple domino	*						*				*				*	*					1.29	Lacunes dans le revêtement violet
Sextuple domino	*	*					*					*									1.29	
Gaines rouges	*	*						*			*	*									1.29	
Câbles blancs	*	*									*										1.29	
Câbles rouges	*	*									*										1.29	Fluorescence en rosâtre
Toile encollée	*										*										1.29	
Revêtement peinture	*							*							*						1.29	
Plaque isolante	*														*						1.29	Usure des tranches

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 12</b>																					Interrupteur à mercure pour la lumière de Moines et Mort	
Domino	*																				1.30	A l'air plus ancien que les autres
Câbles	*	*													*						1.30	Faible fluorescence en rouge laiteux
Fixations blanches	*											*	*			*					1.30	Forte fluorescence en blanc laiteux
Rondelle	*																				1.30	Peu de fluorescence
<b>Groupe 13</b>																					Interrupteur à mercure pour déclenchement des groupes d'automates Coq et Bal Breton	
Dominos	*					*	*					*			*	*		*			1.31-1.32	Fluorescence de la peinture en jaune laiteux ; traces de fabrication
Câbles blancs	*					*											*	*			1.31-1.32	Marquage au feutre
Gaine rouge	*	*						*										*			1.31-1.32	Forte fluorescence en rose
Tubes noirs											*				*						1.31-1.32	
Isolants	*															*					1.31-1.32	Forte fluorescence de la matière composite fixée sur platine

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 14</b>																					Tableaux électriques I	
Fiche électrique et fusible	*	*							*							*					1.33-1.34	Forte fluorescence de la peinture en violet
Boîtier brun noir	*	*		*		*															1.33-1.36	Faible fluorescence en brun
Isolation bobine	*	*				*		*													1.35	
Isolation spires	*	*	*																		1.35	
Dominos	*	*				*		*	*				*			*	*				1.33-1.34 1.37	Forte fluorescence de la peinture blanche en violet, lacunes dans le revêtement
Câbles bleus	*	*				*					*										1.33, 1.35 1.37-1.38	
Câbles jaunes	*	*				*		*													1.33, 1.35 1.38	
Câbles rouge	*	*				*		*			*										1.33-1.34 1.38	
Prise	*						*					*			*						1.37	Perte partielle du revêtement
Prises banane	*				*	*	*		*			*									1.33	Fluorescence de la prise vert
Fixation de câbles	*										*	*									1.38	
Câbles rouges II	*	*									*										1.38-1.39	
Gaine rouge	*	*						*				*									1.39-1.40	Forte fluorescence en rose claire

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques		
	Surface			Dans la matière																
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière									
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion
Boîtier brun noir II	*	*		*		*	*							*	*				1.39	Important lacune
Isolation bobine II	*	*					*		*											
Isolation spires II	*																			
Dominos II	*	*				*	*	*				*			*	*			1.39-1.40	Lacune dans le revêtement
Câbles verts	*	*				*					*								1.38-1.40	
Câbles jaunes II	*	*				*		*											1.38-1.40	
Câbles rouges III	*	*						*			*					*			1.39-1.40	
Câbles bleus II	*	*									*								1.39-1.40	
Gaine rouge II	*							*											1.40	
Prise II	*						*					*			*				1.39-1.40	Lacune dans le revêtement
Prises banane verte et rouge	*					*		*						*					1.39-1.40	
Prises banane blanches	*	*				*									*				1.39-1.40	
Fixation des câbles II	*										*								1.40	

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 15</b>																					Câble 220 V	
Prise banane	*	*	*					*				*	*		*	*	*				1.41	
Prise normale	*	*						*				*				*	*				1.42	
Câble isolant	*	*	*					*			*	*									1.41	
<b>Groupe 16</b>																					Cadran indication astronomique	
Age de la lune					*										*						1.43-1.44	Fluorescence du vernis en jaunâtre- verdâtre
Texte écrit sur métal															*						1.43-1.44	Peinture disparue par endroit ; déplacement des transferts autocollants
<b>Groupe 17</b>																					Cadran indication calendrier	
Index mois					*				*						*						1.45-1.46	Différentes blancs (8,9,13,17) ; revêtement de vernis ; manque de 3 pastilles (6,19,21)
Adhésif sous index									*		*											Perte de pouvoir adhésif
Texte écrit sur métal															*						1.45-1.46	Peinture disparue par endroit ; déplacement des transferts autocollants
<b>Groupe 18</b>																					Partie déclanchement automates	
Fixations de câble	*													*	*						1.47	

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 19</b>																					Moteur et mouvement sonnerie des quarts heures	
Domino noir	*	*					*						*			*					1.48	
Câbles blancs	*	*	*																		1.48	
Domino blanc	*	*											*								1.48	
Câble rouge	*										*										1.48-1.50	
Câble jaune	*										*										1.49-1.50	
Manchette brune	*										*										1.50	
Roue	*	*	*									*									1.49	
Plaques isolantes	*																				1.50	
Pieds	*	*			*						*	*	*				*				1.50-1.52	
Revêtement peinture	*														*						1.48-1.49	Perte d'écaillés

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques		
	Surface			Dans la matière																
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière									
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion
<b>Groupe 20</b>																				Moteur et mouvement Angélus
Câbles verts	*	*						*			*						*			1.53-1.56
Gaine rouge	*							*			*									1.53 1.55-1.56
Isolant	*																			1.56
Polymère noir bobine	*						*													1.54
Ruban adhésif									*											1.54
Ruban adhésif transparent		*	*		*		*		*		*									1.54
Roue noir	*		*																	1.53-1.54
Roue brun rouge	*	*	*				*		*				*							1.53-1.54
Roue rouge	*	*	*									*								1.56
Revêtement noir	*																			1.53 1.55-1.56

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques					
	Surface			Dans la matière																			
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière												
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques		
<b>Groupe 21</b>																						Mécanisme soufflet	
Domino noir avec revêtement brun	*		*													*						1.57	
Domino noir avec revêtement vert foncé	*		*													*						1.57	
Domino noir avec revêtement bleu	*															*						1.57	
Câbles bleu	*	*				*					*											1.57-1.58	
Câbles rouge	*	*									*							*	*			1.57-1.58	
Plaque isolante	*				*														*			1.57-1.58	
Palpeur	*	*	*																			1.57-1.58	

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 22</b>																					Soufflet	
Fixation de câble	*	*	*								*	*									1.60	
Caoutchouc	*				*						*		*								1.60	
Adhésif	*				*				*		*										1.59	Perte de pouvoir adhésif
Revêtement peinture	*				*	*									*						1.59	Perte important ; coloration grisâtre ; corrosion passe à travers
<b>Groupe 23</b>																						Indication et mouvement Fêtes Mobiles
Index	*								*						*						1.61	Décollement d'une partie des transferts (nombres) noirs
Adhésif									*												1.61	Jaunissement-brunissement
Couche sur métal		*		*		*									*						1.61	
Texte et motif															*						1.61	Peinture disparue par endroits

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 24</b>																					Cadran indication du temps	
Disques	*				*				*							*					1.62	
Peintures bleu	*	*			*																1.62	
Couche sur métal	*	*		*		*										*					1.62	
Signature																*					1.62	Lacune partielle et déplacement des transferts
<b>Groupe 25</b>																						Automate Moines et Mort
Revêtement peinture	*					*															1.63-1.65	
Vernis de surface	*							*							*						1.63-1.65	Perte partielle par endroits
Prise femelle	*					*		*								*					1.64-1.65	
<b>Groupe 26</b>																						Trompe
Revêtement peinture	*														*						1.66	Corrosion sous-jacente la transperce
<b>Groupe 27</b>																						Contrepoids soufflet
Revêtement peinture	*				*	*									*						1.67	

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 28</b>																					Automate Année des Marées	
Revêtement peinture	*				*	*			*							*					1.68-1.69	Traces d'abrasion entre tambour et réservoir d'huile
Domino	*					*						*				*					1.68	
Câbles	*	*						*		*											1.68, 1.70	
Polymère noir bobine	*					*	*		*												1.70	
Ruban adhésif	*	*	*					*													1.70	Suintement de l'adhésif
Ruban adhésif transparent	*	*	*		*	*		*			*				*						1.70	
Revêtement noir métal	*																				1.70	
Courroie	*	*						*										*			1.70	
Roue courroie	*	*																			1.70	
Petite roue transmission	*		*																		1.70	
Grande roue transmission	*		*				*														1.70	
Tube réservoir d'huile	*		*					*			*	*	*								1.70	

## Vachey

Pièces	Types d'altération																Numéro image	Remarques				
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface							Modification dans la matière											
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures	Lacunes			Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Groupe 29</b>																					Eclairage Bal Breton	
Prises vertes	*	*											*				*				1.71-1.72	
Prises bleues	*	*					*						*	*			*				1.71-1.72	
Câbles	*	*		*							*										1.71-1.72	
Revêtement peinture	*				*	*									*						1.71-1.72	
<b>Groupe 30</b>																					Automate Phase de la Lune	
Etoiles	*						*								*						1.73	Perte de certaines étoiles
Lune	*	*				*		*							*						1.73	Perte de revêtement par abrasion
Ciel	*	*		*											*						1.73	
Scène	*					*									*						1.73	Perte important du décor
<b>Groupe 31</b>																					Eclairage Année des Marées	
Prise	*		*										*								1.74	
Câbles	*		*								*										1.74	
Revêtement peinture	*	*			*			*							*						1.74-1.75	Perte de surface par abrasion et corrosion sous-jacente



### 3- Diagnostic

Etant donné que cet objet comporte de très nombreuses pièces en matière plastique, et que certains types de dégradation sont récurrents pour un type particulier de pièces, nous avons décidé d'établir un diagnostic global par groupe de pièces. Il sera articulé selon les trois groupes d'utilisations issus de l'étude de cet objet. Nous allons également affiner ce diagnostic par rapport aux plastiques identifiés dans différentes pièces. Une brève récapitulation résume les signes d'altération observés.

De manière globale, toutes les pièces que nous avons examinées sont recouvertes d'une couche plus ou moins fine de poussière. La saleté et la poussière se sont surtout accumulées dans des zones peu aérées et rarement manipulées.

#### Boîtiers :

Deux types de boîtiers sont présents : des boîtiers (noirs) représentant des couvercles sur des transformateurs électriques, et un boîtier (blanc) contenant des fusibles.

Les boîtiers (groupe 14) montrent de petites taches blanches. Leur surface est, par endroits, légèrement polie ou alors rugueuse. Des zones sont comme voilées, le noir devenant grisâtre. Des griffures et autres marques sont visibles sur toute la surface.

La matière les composant n'a pas pu être identifiée.

Le boîtier blanc (groupe 14), lui, a subi un jaunissement de sa matière constituante. Il montre aussi de petites taches blanches. On observe de petites lacunes sur les rebords.

D'après l'identification, il s'agit d'une *résine urée formaldéhyde*.

#### Diagnostic :

Des taches sur ces deux types de boîtiers ont vraisemblablement été produites par des éclaboussures de peinture. On a vu que de la peinture blanche a été utilisée à maints endroits dans l'horloge de Vachey, entre autres sur des dominos environnant ces deux boîtiers.

La manipulation, probablement régulière, pour la fabrication, des révisions et des réparations, a entraîné l'abrasion et le polissage de la surface de la matière plastique noire, tout comme des griffures et des marques d'utilisation. La raison de l'apparition d'un voile dans la matière plastique noire n'a pas pu être déterminée.

En ce qui concerne le boîtier blanc, l'utilisation et la manipulation (démontage, remontage, p. ex.) ont causé la cassure et la perte de petits fragments sur les rebords.

Le jaunissement, lui, est directement imputable à la dégradation normale de la matière plastique. Les rayons ultraviolets de la lumière du jour ont vraisemblablement causé des altérations chimiques amenant à un changement de couleur du plastique.<sup>40</sup> Toutefois, l'urée formaldéhyde semble s'altérer à la chaleur, l'humidité, en présence d'acides/bases, mais peu à la lumière.<sup>41</sup>

---

40 Quye and Keneghan, 1999, p.117.

41 Blank, 1990.

### Isolants d'éléments électriques :

Divers types de pièces sont liés à l'électricité. Certaines sont véritablement des isolants, tandis que d'autres sont associés à ces isolants.

**Câbles :** (voir photo n° 1.89, 1.91-1.92)

Nous avons observé des câbles transparents (groupes 1, 4, 28), blancs (groupes 11, 13, 15, 19, 29), rouges (groupes 1, 10, 11, 12, 14, 19, 21), bleus (groupes 10, 14, 21), verts (groupes 14, 20), jaunes (groupes 11, 14, 19) et noirs (groupe 4), recouvrant du fil conducteur et un câble tirebouchonné jaune (groupe 11). Certains câbles sont de type simple, car un seul fil est recouvert. D'autres sont doublés, c'est-à-dire que deux fils sont recouverts séparément de matière plastique et accolés. La matière plastique fait le pont entre ces deux fils. Pour note, nous avons distingué deux types de câbles doubles blancs. Un des deux semblait plus ancien, de par son design.

Les câbles présentent pour la plupart des taches éparses. La surface est régulièrement griffée, plus rarement écrasée. Par zones, la surface est rugueuse, irrégulière. Une perte de flexibilité, voire un durcissement, touchent tous les câbles. La matière plastique aux extrémités des câbles est parfois fondue, brûlée même. Un jaunissement est visible sur les câbles transparents et blancs, tandis qu'une décoloration concerne les autres câbles, surtout les jaunes.

D'après l'identification, tous les câbles sont en *PVC (+ DEHP (diéthylhexylphthalate <sup>42</sup>))*.

### Diagnostic :

L'usure a entraîné des abrasions de surface. La manipulation et la fabrication ont laissé des traces sous la forme de griffures, voire d'écrasements. Des déchirures sont visibles parfois aux extrémités, dues probablement aux mêmes causes.

Tous les câbles (PVC) ont perdu de leur flexibilité, certains ont même durci, ce qui induit des déformations permanente. La cause en est vraisemblablement la perte de plastifiants.<sup>43</sup> Par définition, ils permettent, si en quantité suffisante dans la matière plastique, de garantir la flexibilité et la souplesse du matériau.<sup>44</sup> <sup>45</sup> Leur perte réduit donc les propriétés intrinsèques du plastique, et peut également modifier la surface du matériau. L'identification a montré la présence du plastifiant DEHP dans le plastique. La dégradation principale du PVC plastifié est souvent révélée par la migration ou la perte de plastifiant. Du fait que le DEHP inhibe la dégradation du PVC, sa perte entraîne le jaunissement et la fragilisation du plastique.<sup>46</sup> Si les chaînes moléculaires du polymère sont cassées ou réticulées, le matériau peut devenir plus fragile. La chaleur ou la pression peuvent également intervenir dans les déformations.<sup>47</sup>

Certains câbles ont fondu à leur extrémité. Cela est la conséquence de la soudure des fils métalliques sur des plaques métalliques, afin d'établir un contact électrique. Une augmentation de la température dans le voisinage direct de la matière plastique la fait se ramollir, puis fondre. Dans de rares cas, elle a même été brûlée. Des surchauffes du système électrique ont aussi pu engendrer une hausse de la température du fil électrique, se répercutant sur la matière plastique.<sup>48</sup>

---

42 Wilson, 1995, p.41.

43 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

44 Wilson, 1995, p.1.

45 Williams, 2005.

46 Shashoua, 2006, p.202.

47 Quye and Keneghan, 1999, p.118.

48 Ezrin, 1996, p.425.

Les câbles transparents, surtout, ont jauni. Ceci est la conséquence de la dégradation chimique du PVC. Le jaunissement est un des résultats les plus visibles de la dégradation chimique du PVC, induite par la chaleur (> 120°, au moment de la fabrication) ou la lumière, et, parfois, accompagné d'un dégagement d'acide chlorhydrique et d'une réticulation.<sup>49 50</sup>

### ***Gaines et manchons :***

Des gaines rouges (groupes 11, 13, 14, 20) englobent des câbles de divers types. Des manchons jaunes (groupe 4) ou marrons (19) protègent des câbles dans des extrémités.

Comme les câbles, les gaines et les manchons ont en partie perdu leur flexibilité. Certains ont durci.

Une décoloration est visible localement, surtout au niveau de la gaine rouge, qui est devenue plutôt rose. Des taches sont également visibles sur certains d'entre eux.

D'après l'identification, toutes les gaines et manchons sont en *PVC (+ DEHP)*.

### Diagnostic :

De la même manière que les câbles, les gaines et manchon ont perdu de leur flexibilité ou ont durci. La cause en est vraisemblablement la perte de plastifiants.<sup>51 52</sup>

La décoloration, donc une perte de la couleur, est probablement engendrée par l'exposition au rayonnement UV, voire à l'intervention de chaleur.<sup>53</sup>

### ***Dominos :***

Nous avons rencontré des dominos noirs (groupes 1, 4, 11, 13, 14, 18, 19, 21, 28) , blancs (groupes 1, 19) et brun foncé (groupe 12). Les noirs sont de diverses grandeurs (simples, doubles, triples, quadruples, sextuples), tandis que les blancs sont sextuples. Ces derniers sont toutefois différents l'un de l'autre. Un domino double en matière plastique brun foncé se distingue des dominos bruns par son apparence plus ancienne (design) et sa composition.

La surface des dominos noirs et blancs présente des éraflures et des taches, surtout grises. Une opacification et un voile blanc sont visibles sur certains dominos noirs. Tous les dominos ont perdu une part de leur flexibilité. Un durcissement est même palpable sur certains d'entre eux. Une déformation est clairement visible sur certains dominos noirs. On observe des enfoncements dans la partie centrale.

D'après l'identification, il s'agit de *PVC (+ DINP (diisononylphtalate<sup>54</sup>))* pour les dominos noirs et de *polyéthylène* pour les blancs.

### Diagnostic :

La fabrication et la manipulation répétée ont induit des marques sur la surface. Les enfoncements, ainsi que les fissures, sont due à la fixation des dominos sur un support avec des vis. Celles-ci ont été introduites trop profondément ou fortement, écrasant la matière, qui en garde les stigmates, ou la faisant céder sous la tension.

---

49 Quye and Keneghan, 1999, p.127.

50 Williams, 2002.

51 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

52 Wilson, 1995, p.1.

53 Quye and Keneghan, 1999, p.117.

54 Wilson, 1995, p.41.

Le durcissement et les déformations permanentes sont dus à la perte de plastifiants.<sup>55</sup> Leur perte réduit donc les propriétés intrinsèques du plastique. La déformation peut également être due à une augmentation de la chaleur, qui a rendu le plastique plus mou. Une déformation a pu intervenir et lors du refroidissement la forme s'est fixée.

Dans le cas du PVC, la perte de flexibilité, ainsi que le durcissement, sont vraisemblablement dus à la perte de plastifiants.<sup>56 57</sup> Ici, le plastifiant identifié est du DINP. Si ses chaînes moléculaires sont cassées ou réticulées, le polymère peut devenir plus fragile. La chaleur ou la pression peuvent également intervenir dans les déformations.<sup>58</sup>

Le processus de dégradation du polyéthylène le plus important dans ce contexte est la photo-oxydation. Elle se produit en présence de chromophores (molécules colorées) dans le polymère. Ce sont des impuretés internes ou externes, comme des hydroperoxyde, groupes carbonyle, pigments ou résidus de catalyse, introduits dans le polymère pendant la polymérisation, la mise en forme ou le stockage. L'oxydation est initiée et accélérée par les ultraviolets et apparaît par formation de radicaux libres. Les symptômes visibles sont le durcissement, la fragilisation, le ramollissement, le craquellement et la décoloration.<sup>59 60 61</sup>

**Prises « banane » :** (voir photo n° 1.90)

Il existe deux types de « banane », que l'on pourrait qualifier de « simple » ou de « élaboré ». Les « bananes » simples ont la forme la plus lisse, en opposition aux « bananes » élaborées qui sont légèrement décorées. Nous nous sommes demandé si les prises « bananes » les plus élaborées avaient été manufacturées à une époque différente des autres.

Les prises « bananes » simples sont blanches (groupe 14), roses (groupe 14), bleu pastel pâle (groupe 29), jaune pastel (groupe 29) ou jaune foncé (groupe 29). Les élaborées sont noires (groupe 14), rouges (groupe 14) ou vertes (groupes 14, 29), de deux types différents. On notera que les couleurs des « bananes » simples sont plus pastel, voire translucides, que les autres. Il se pourrait que cela ait un rapport avec la datation de ces pièces, induisant des choix spécifiques de fabrication ou de composants.

Sur toutes les surfaces, nous avons remarqué des éraflures et de petits enfoncements. Des fissures et des cassures, sont observées, surtout autour de vis, et de petites lacunes, sur les rebords. La matière plastique de certaines « bananes » est décolorée. Une légère déformation est observable sur de rares « bananes », tout comme des brûlures.

D'après l'identification, les « bananes » blanches, roses, jaunes et bleues sont en *résine urée formaldéhyde*, les noires, les rouges et vertes, en *polystyrène*. Ces analyses permettent le même regroupement que ci-dessus : les couleurs pastel, pour les « bananes » simples, correspondent à la résine formaldéhyde, et le polystyrène compose les « bananes » plus élaborées. Aucune datation n'a pu être proposée pour étayer ces propos.

Diagnostic :

La manipulation et l'usage régulier a entraîné de l'usure, et donc des marques à la surface de la matière plastique. Les La fixation de certaines pièces avec des vis a causé des fissures, voire des cassu-

---

55 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

56 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

57 Williams, 2005.

58 Quye and Keneghan, 1999, p.118.

59 Van Oosten, 1996.

60 Horie, 1996, p.87.

61 Morgan, 1991, p.31.

res, car trop de force a été appliquée. L'enfoncement qui en découle a, à son tour, créé des tensions, qui se sont matérialisés (relâchées) par des ruptures.

La déformation peut être due à de nombreuses causes : grande force appliquée sur la matière plastique, pièce « écrasée » après formage, mais avant durcissement, hausse de température ou perte de plastifiant. <sup>62</sup>

La décoloration est due à l'exposition aux rayons ultraviolets de la lumière du jour, voire à l'influence de produits acides ou basiques en contact (contact direct ou par vapeur). <sup>63</sup> Le polystyrène jaunit en présence de lumière, par oxydation. S'il est coloré, il perd de sa couleur. Ce sont des causes de la dégradation due à la lumière du soleil ou aux UV, moins à l'oxydation. <sup>64</sup> <sup>65</sup> La résine formaldéhyde, elle, a perdu de sa couleur. Il semble s'altérer à la chaleur, l'humidité, en présence d'acides/bases, mais peu à la lumière. <sup>66</sup>

Quelques « bananes » présentent des taches noirâtres autour de la vis de fixation. Il semblerait que la matière plastique ait été brûlée de l'intérieur. Un court-circuit ou une surchauffe du fil conducteur pourrait en être à l'origine. <sup>67</sup> On voit d'ailleurs que le métal est attaqué. Il peut aussi s'agir de produits de corrosion du métal ayant migré à l'intérieur de la matière plastique. La cause en serait possiblement l'attaque du métal par des produits de la dégradation de la matière plastique. Ils auraient aussi attaqué le métal voisin.

#### **Prises :**

La seule véritable prise est blanche (groupe 15). L'enveloppe externe est opaque, tandis qu'une petite pièce perpendiculaire aux embouts de prise est translucide.

Des taches et des griffures sont visibles à la surface de la prise. Une légère déformation est observée.

Selon l'identification, ces deux parties sont composées de *polyéthylène*.

Un bloc de matière plastique beige striée (groupe 10) sert également de prise. Il est également taché. Un jaunissement de la matière plastique est visible sur la partie supérieure du bloc. Des éclats manquent. On retrouve des lacunes surtout autour des fixations de prise.

Selon l'identification, ce bloc est composé de *nitrate de cellulose*.

#### Diagnostic :

L'utilisation et l'usure sont à l'origine des taches et griffures de surface de ces deux prises.

La déformation de la prise blanche est due à des tensions, de la chaleur. Elle ne semble pas être due à la dégradation de la matière plastique la composant. <sup>68</sup>

Dans le bloc beige, les lacunes et éclats sont vraisemblablement dues à la fabrication de cette prise particulière. Le découpage ne devait pas être aisé du fait de la dureté de la matière plastique. Par conséquent, la découpe produisait des ratés. Les tensions engendrées devaient suffire à créer des fissures qui fragilisaient les zones attaqués. Ainsi, des morceaux s'en détachaient.

---

62 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

63 Quye and Keneghan, 1999, p.117.

64 Morgan, 1991, p.29-30.

65 Horie, 1996, p.114-115.

66 Blank, 1990.

67 Ezrin, 1996, p.425.

68 Morgan, 1991, p.31.

Son jaunissement, lui, est dû à la dégradation intrinsèque de la matière plastique, à savoir le nitrate de cellulose. L'exposition au rayonnement UV (lumière) (dégradation photochimique) et à l'humidité a altéré le polymère.<sup>69 70</sup> L'évaporation ou la migration du plastifiant est la première phase de la dégradation du nitrate de cellulose. Il s'ensuit des (micro-) craquelures et un jaunissement, puis en dernier lieu la désintégration.<sup>71</sup> Le camphre entrant dans la composition du nitrate de cellulose en tant que plastifiant peut contenir des impuretés susceptibles de jaunir la matière.<sup>72</sup> Etant donné que les plastifiants utilisés avec le polymère de cet objet n'ont pas été identifiés, il n'est pas possible de déterminer si le camphre est à l'origine du jaunissement.

### ***Interrupteurs extérieurs :***

Les interrupteurs extérieurs (groupe 33) sont fixés à la base du cabinet.

Quelques taches et des dépôts grisâtres les parsèment. Des griffures sont visibles sur toutes les surfaces. Un des interrupteurs a perdu son élément externe.

### Diagnostic :

Les frottements, le fonctionnement, donc le fait de toucher ces interrupteurs a entraîné de l'usure. Les taches proviennent probablement de l'utilisation.

### ***Tubes :***

Trois tubes durs, un noir (groupe 1) et deux bleus (groupe 18), montrent des griffures et de taches ou dépôts grisâtres, tout comme pour trois tubes noirs mous (groupe 13). Les tubes bleus ont perdu de leur couleur, dans une zone précise, pour un des deux, et globalement pour l'autre.

Selon l'identification, les tubes durs sont en *caséine formaldéhyde*.

### Diagnostic :

L'utilisation et le fonctionnement a engendré les marques en surface.

La décoloration est due à l'effet de la lumière, entraînant une oxydation du polymère. Les colorants utilisés eux aussi s'affaiblissent lorsqu'ils sont exposés à la lumière.<sup>73 74</sup> La raison pour laquelle un des tubes bleus est plus décoloré dans une zone qu'une autre, et plus décoloré que l'autre tube, alors qu'ils appartiennent au même objet, est inconnue. Ce phénomène peut également être influencé par la perte en eau de la matière plastique. Elle joue, en fait, le rôle de plastifiant. Si la matière sèche, elle se craquelle et devient fragile. Une modification de la couleur pourrait alors être perçue.

### ***Composite (tissu imbibé) :***

Le mot composite est utilisé pour la description de plusieurs types de matériaux, composés eux-mêmes de plusieurs matières, comme son nom l'indique. Une précision est apportée pour chaque type de composite afin de déterminer son sens propre dans la situation en question.

---

69 Reilly, 1991.

70 Stewart, 1995.

71 Derrick et al., 1991.

72 Quye and Keneghan, 1999, p.132-134.

73 Morgan, 1991, p.24-25.

74 Lang, 1999.

Ici, il s'agit d'un tissu, voire de fils, imbibés d'une substance telle qu'une résine. On pourrait les nommer « composite-bandage ». Ils peuvent être de couleur jaune, brune ou noire. Ces types de composites sont présents dans les groupes contenant des moteurs (groupes 1, 10, 11, 19).

Les altérations se résument à une accumulation de saleté en surface. La substance d'imprégnation, l'adhésif, a durci et parfois bruni. Cette substance n'a pas été identifiée.

Diagnostic :

Le vieillissement de la substance d'imprégnation a entraîné son durcissement, voire son brunissement. Ne sachant pas de quelle matière il s'agit, nous ne pouvons expliciter les mécanismes de dégradation. Toutefois, nous pouvons avancer que la lumière a eu un rôle important.

***Matière composite :***

Les matières composites sont difficiles à examiner (groupes 1, 4, 11, 13, 20, 21). Elles sont souvent utilisées en « sandwich » entre des plaques de métal, en tant qu'isolants.

Des roues dentées dans des mécanismes (groupes 8, 9, 19, 28) sont également en matière composite, plus précisément en matière plastique dans laquelle un textile a été intégré. D'ailleurs, on remarque parfois la trame du tissu en surface par un léger relief.

Elles sont composées de fibres ou tissus et de résine agglomérés. Leurs couleurs varient du brun rouge au brun foncé.

Nous avons observé que les plaques en matière composite sont souvent écrasées dans les angles, sur les rebords, voire effilochés. Les bords ne sont pas toujours nets. Des craquelures et une certaine fonte de la matière sont plus rarement visibles. La surface des roues dans cette matière est légèrement abrasée.

Diagnostic :

La conception (découpage), l'usure et le frottement ont engendré une perte de cohésion du matériau sur les rebords. La fixation de certaines de ces plaques par des vis a provoqué des craquelures partant des zones de fixation. Des soudures à proximité de la matière composite l'a fait fondre partiellement.

Ne connaissant pas la composition de ce matériau, nous ne pouvons en expliquer la dégradation particulière.

**Imitation du verre :**

Deux pièces seulement imitent le verre. Il s'agit d'un écran à mappemonde (groupe 3) et d'un disque plat (groupe 5).

Des marques de doigts et des taches parsèment la surface de la matière plastique des deux éléments. Des rayures et éraflures sont clairement visibles.

Des enfoncements et fissures sont observables autour de trous de fixation pour les vis. Dans cette zone se trouve aussi une coloration gris/brun.

La matière plastique est dans les deux cas légèrement grisée, le disque étant légèrement plus jaune, sans avoir perdu sa transparence.

D'après l'identification, la mappemonde est en *PMMA (polyméthacrylate de méthyle)*. Il semblerait que le disque soit en *polyacétate de vinyle (PVAC)*. L'information n'a pas été confirmée.

#### Diagnostic :

L'usage et la manipulation ont engendré de l'usure, donc des marques en surface. La fixation des vis a entraîné des altérations mécaniques. Par la force utilisée pour enfoncer la vis et les tensions liées, la matière a été écrasée, et elle a cédé aux tensions en se fissurant.

En ce qui concerne la coloration grisée, on peut penser qu'elle est due à la dégradation chimique de la matière plastique. Or, il est avéré que le PMMA a une bonne résistance et stabilité à la lumière.<sup>75</sup> Il est, en fait, très stable par rapport à la dégradation due à la chaleur, l'oxygène ou les ultraviolets.<sup>76</sup> Cette coloration paraît donc atypique pour le polymère lui-même, par contre, un des composants de la matière plastique a pu engendrer ce phénomène.<sup>77</sup>

Les mêmes remarques s'appliquent au polyacétate de vinyle.<sup>78</sup> En effet, le PVAC peut subir de l'oxydation, mais il est très stable à la lumière.<sup>79</sup>

#### Divers :

##### **Caoutchouc :**

Du caoutchouc est utilisé pour la fabrication de pieds amortisseurs (groupe 19), d'un tuyau-accordéon (groupe 22) et de rondelles d'amortissement (groupes 10, 12).

Des taches sont visibles sur les trois types de pièces. La surface des pieds est très endommagée : elle est comme fondue, a durci et craquelé, laissant des crevasses béantes. Une certaine rétraction est visible. Tout le reste de ces pièces a perdu en flexibilité. On retrouve des pieds collés sur d'autres pieds. La matière a l'air d'être fondue et fusionnée entre ces pièces. Des déformations se sont produites.

Le tube en caoutchouc a perdu de sa flexibilité et montre des microcraquelures sur toute sa longueur.

Les rondelles sont fissurées par endroits, ont perdu de leur élasticité. Certaines ont vraiment durci. Une légère opacification est notable.

#### Diagnostic :

La dégradation liée à la lumière et/ou à la chaleur a entraîné la désintégration de la couche superficielle.<sup>80</sup> Des réactions chimiques ont entraîné la cassure des molécules, le caoutchouc se désintègre.

La chaleur, en plus de la détérioration intrinsèque du polymère, a dû le faire ramollir en surface. Il est devenu collant et les pieds se sont retrouvés fixés. Lors du refroidissement, le caoutchouc s'est resolidifié et est resté figé dans cette position.

##### **Fixation des câbles :**

---

75 Morgan, 1991, p.31.

76 Horie, 1996, p.103-112.

77 Lorne, 1999, p.875.

78 Hamilton, 1999.

79 Horie, 1996, p.92-96.

80 Morgan, 1991, p.17-18.

Ces petits crochets (groupes 12, 14, 18, 22) sont fixés à leur support par de petites vis.

Des taches et dépôts sont parfois visibles. Une certaine coloration brunâtre touche une partie de ces fixations. On observe des fissures, sur le sommet, autour de la vis, et des déformations de la partie inférieures, surtout autour de la fixation. Une des fixations est cassée. Un fragment est perdu.

Selon l'identification, ces éléments sont composés de *polyéthylène*.

Diagnostic :

Des tensions mécaniques, représentées sous la forme de force pour visser les fixations et de manipulations, ont engendré des fissures et des déformations. D'ailleurs, ces fissures se sont propagées depuis le trou de fixation.

La dégradation initiée et accélérée par les UV a provoqué la coloration du polyéthylène. <sup>81 82</sup>

***Roues :***

Il existe des roues dentées (groupes 4, 7, 8, 9, 11, 19, 20, 28) et des dents dites lisses, entraînant des courroies (groupes 4, 20, 28). Ces roues peuvent être en matière composite (groupes 8, 9, 19, 28), en matière plastique transparente (groupes 11, 20), ou en matière plastique opaque (groupes 4, 20, 28).

Pour note, aucune identification n'a été possible. Les méthodes d'analyses non destructibles n'ont pas suffi. Il était, en effet, inconcevable de prélever des échantillons sur les roues pour des questions fonctionnelles. Si des échantillons avaient été prélevés sur les roues, elles n'auraient plus pu remplir leur fonction au sein des mécanismes. C'est pourquoi nous n'avons pas pu pousser les analyses plus avant.

Les roues montrent des taches, entre autres de larges plages grises, voire gris-bleu. Certaines roues ont subi une coloration et/ou décoloration. Certaines sont déformées, comme bombées. Des dents sont rarement cassées et lacunaires. Des fissures sont parfois visibles. Une abrasion superficielle est visible sur les roues faites de textile imprégné. Certaines encore montrent des marques, telles des griffures. Des microcraquelures ont été observées sur une des roues.

Diagnostic :

Les taches sont en fait des dépôts de lubrifiants (graisse, graphite), utilisés dans les mécanismes. La décoloration de certaines roues est due à une altération de la matière plastique les constituant.

Comme la matière plastique n'a pas pu être identifiée, il n'est pas possible d'explicitier les causes et le mécanisme de dégradation engendrant la coloration et les taches à l'intérieur de la matière plastique. On peut toutefois avancer qu'il s'agit d'une réaction à la lumière, et aux UV plus particulièrement. Les lubrifiants sont vraisemblablement intervenus dans la dégradation des matières. Les microcraquelures sont probablement dues à des tensions internes ou à la perte de plastifiants,

La déformation des roues est due soit à une augmentation de la température, soit à des tensions mécaniques. Les cassures de dents ont des causes mécaniques. Il s'agit soit d'une erreur de maintenance, soit de tensions, soit d'un impact.

Les frottements et l'usure ont modifié la surface de nombreuses roues.

***Figurines dansant :***

---

81 Morgan, 1991, p.31.

82 Van Oosten, 1996.

Les figurines de la scène de danse (groupe 32) ont des têtes, mains et pieds en matière plastique imitant l'ivoire.

De petites taches parsèment la surface, qui a globalement jauni. Des éléments sont cassés, certains lacunaires.

Diagnostic :

Le jaunissement est probablement dû à la lumière, surtout aux UV. Ne connaissant pas la composition de la matière plastique, nous ne pouvons expliciter le processus de dégradation plus précisément.

La petitesse et la fragilité de ces éléments a suffi pour que le moindre impact les brise.

***Courroie*** :

Une courroie (groupe 28) permet l'entraînement de roues.

Quelques taches sont présentes en surface. Une décoloration est visible dans une zone localisée. La matière plastique a été brûlée en un point.

Diagnostic :

La décoloration est probablement due à l'exposition de cette courroie au soleil ou à la chaleur. Sans connaître le plastique qui la compose, nous ne pouvons expliciter les causes de cette dégradation.

***Plastique dur autour des bobines*** :

Des plaquettes en plastique noir dur se trouve de chaque côté des bobines (groupes 4, 14, 20, 28).

Leur surface est griffée, et tachée.

Diagnostic :

Le fonctionnement et la manipulation ont causé des griffures.

***Index blancs*** :

Des sections de matière plastique forment des index (groupe 2).

Ils présentent quelques taches, mais surtout des griffures.

Diagnostic :

Le frottement et d'éventuels impacts ont marqué la surface.

***Faux diamants*** :

Des éléments de type faux diamants représentent des étoiles oranges (groupe 2) et blanches (groupe 30).

Un décollement de quelques faux diamants s'est remarqué également par la perte de certains d'entre eux. Nous avons remarqué la coloration en brun d'un des faux diamants blancs.

Diagnostic :

La perte du pouvoir fixant de l'adhésif a engendré la perte de certains éléments.

La coloration d'un des faux diamants pourrait s'expliquer par la dégradation de la matière plastique le composant, ou par un transfert de matière depuis son entourage. Sans identification de la matière plastique, il n'est pas possible d'expliquer ce phénomène.

**Boules :**

De nombreuses boules ont été utilisées dans la représentation des phases de lunes, en noir et blanc (groupes 5, 30) ou dans un modèle planétaire (groupe 6). Elles sont toutes recouvertes de peinture.

Les boules, elles-mêmes, ont jauni. Des éclats et cassures sont visibles, tout comme des lacunes.

Diagnostic :

La dégradation de la matière plastique les composant (non identifiée) est vraisemblablement la cause du jaunissement de la matière. Un transfert de composants provenant de la peinture qui les recouvrent a pu influencer ce jaunissement.

Des impacts et le fonctionnement ont dû induire les cassures et lacunes.

**Revêtement de peinture/verniss :**

De nombreux éléments, en matière plastique ou non, sont recouverts d'un revêtement sous la forme de peinture ou de vernis (groupes 2, 3, 4, 6, 11, 16, 19, 20, 23, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32).

Globalement, on remarque des taches et des griffures sur la surface. Un jaunissement du vernis est évident. Des microcraquelures du vernis sont visibles. L'apparence de la peinture est ainsi modifiée par les altérations du vernis. Des écailles de peinture se soulèvent et plusieurs zones montrent une perte partielle du revêtement. Une décoloration de la peinture est parfois observée.

Diagnostic :

La dégradation du vernis a entraîné son jaunissement et son craquellement. L'influence de la lumière est certaine. La décoloration de la peinture est sûrement la conséquence du même facteur de dégradation.

Un choix erroné de peinture par rapport au substrat a pu engendrer le soulèvement de la couche de peinture. Sinon, les conditions atmosphériques (humidité) ont dû jouer un rôle important.

**Adhésif :**

De l'adhésif (groupes 2, 4, 16, 17, 22, 23) a servi à fixer différents éléments.

L'adhésif a perdu de son pouvoir adhésif. Il a subi un jaunissement, voire un brunissement, et le film produit a craquelé.

Diagnostic :

La dégradation de l'adhésif a entraîné son jaunissement et la perte de ses propriétés. La lumière a assurément une grande influence dans ce processus.

***Rubans adhésifs :***

Des rubans adhésifs de type carrossier (groupes 4, 20, 28) ont été recouverts de ruban adhésif transparent (groupes 4, 20, 28).

Le premier type a jauni, voire bruni. Il s'est rigidifié. Le deuxième a également jauni et durci. Il a perdu en transparence. Il s'est décollé de son support, qui est en l'occurrence l'autre type de matière plastique. Des craquelures et des trous sont également visibles. Les deux types ont des taches en surface et des dépôts de poussière et saleté sous les rebords.

Diagnostic :

L'adhésif des rubans s'est altéré du fait de son vieillissement et de ses conditions environnementales. La lumière et la chaleur ont influencé cette dégradation.

***Film plastique d'isolation :***

Des films plastiques transparents recouvrent les bobines et spires (groupe 14).

Ils montrent des taches en surface. Ils ont localement perdu en transparence et se sont coloré en jaune gris.

Diagnostic :

La dégradation « naturelle » de ce type de plastique est sûrement la cause du jaunissement et de la perte de transparence.

## 4- Proposition de traitement

Afin de conserver les parties en plastiques contenues dans cette horloge, et dans les autres objets du corpus, différents traitements de conservation-restauration sont nécessaires.

Avant de proposer des traitements à proprement parler, quelques notions doivent être relevées. La conservation des plastiques pose des problèmes, car ce sont des matériaux relativement nouveaux. Leur dégradation, leur composition et leurs additifs induisent des complications supplémentaires. Ainsi, tout traitement devrait être testé sur la matière plastique de l'objet en question, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Des tests devraient être faits à l'avance, dans une zone cachée, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant ou d'une autre substance peut survenir dans un futur proche, mais pas immédiatement.<sup>83</sup>

Avant tout traitement curatif de conservation-restauration, il faut s'assurer que les facteurs de dégradation soient éliminés, afin qu'ils ne contribuent pas à la reprise de la dégradation ou son accélération. La conservation de ces éléments en matière plastique peut relever de traitements curatifs ou d'interventions passives. Les différentes stratégies sont décrites dans le rapport VT4 de ce projet.

Dans le cas de l'horloge de Vachey, un dépoussiérage complet de l'ensemble est fondamental, jusque dans les recoins peu accessibles. Un nettoyage de différents éléments est également nécessaire. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un chiffon antistatique ou d'un pinceau, en s'aidant d'un aspirateur à embout fin muni d'un filtre. Le nettoyage, lui, est plus délicat. Chaque plastique requiert des soins particuliers de par sa composition. Les traitements seront relativement semblables, mais les produits utilisés seront, eux, choisis spécifiquement.

S'il s'agit d'objets non altérés, conservés chez un collectionneur privé, l'eau déminéralisée est généralement le solvant le plus sûr pour le nettoyage des plastiques. Elle peut être additionnée d'un peu de détergent, si possible non-ionique. Un rinçage est alors obligatoire.<sup>84</sup> Par contre, dans le cas d'objets muséaux, d'autant plus s'ils sont altérés, tout solvant est à utiliser parcimonieusement et éliminer rapidement. Ils pourraient en effet entraîner des modifications de surface, une migration/perte d'additifs, un gonflement, voire la solubilisation du plastique sur lequel il est appliqué.<sup>85</sup> Les détergents peuvent contribuer à ces phénomènes, donc ils doivent être très dilués, voire évités.<sup>86</sup>

Il est important de contrôler l'étape de nettoyage, afin de détecter toute réaction de la matière plastique due à cette intervention, et ainsi éviter une altération supplémentaire. On préférera donc un nettoyage mécanique, à sec. Par contre, dans les zones comportant des taches ou où des dépôts se sont formés, on peut imaginer un nettoyage à l'aide d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent. Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis un séchage, finiront le traitement. Un autre solvant que l'eau pourrait être envisagé, après une phase de test. Celui-ci devrait être fait à l'avance, dans une zone cachée, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines après intervention.<sup>87</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>88</sup>

L'horloge de Vachey contient plusieurs matières plastiques, utilisées à des fins diverses.

---

83 Fenn, 1991.

84 Morgan, 1999.

85 Blank, 1990.

86 Pagliarino and Shashoua, 1999.

87 Fenn, 1991.

88 Blank, 1988.

## **Boîtiers**

Les boîtiers noirs n'ont pas été identifiés, tandis que les blancs sont en résine urée formaldéhyde.

Le nettoyage du boîtier blanc en urée formaldéhyde devrait se faire à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Si cela se montre insuffisant, un nettoyage à l'aide d'un coton-badigeon humidifié d'eau et de détergent serait envisageable.<sup>89</sup> Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau, par le même moyen, puis le séchage, finiront l'intervention<sup>90</sup>. On peut tester d'autres solvants, car il semblerait que ce plastique soit peu affecté par les solvants en général.<sup>91</sup>

En ce qui concerne le boîtier noir, nous n'en connaissons pas la composition. C'est pourquoi nous conseillons un nettoyage mécanique, au pinceau ou chiffon, à sec, voire un nettoyage à l'eau et au détergent, comme expliqué ci-dessus, si cela ne paraît pas efficace. Des tests préalables sont, par principe, à effectuer.

## **Isolants d'éléments électriques**

Les câbles, ainsi que les gaines et manchons, sont faits de PVC. Les dominos noirs sont également en PVC et les blancs sont en polyéthylène PE.

Les câbles et gaines, ainsi que les dominos noirs, devront être nettoyés à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Si des taches persistent, un nettoyage à l'aide d'un coton-badigeon humidifié d'eau et de détergent serait une alternative.<sup>92</sup> Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis le séchage, finiront l'intervention.<sup>93</sup> Il serait judicieux de ne pas utiliser d'autres solvants, car ils ont comme effet d'augmenter la tendance des plastifiants du PVC de migrer, certains pouvant même dissoudre la matière plastique. Certains détergents non-ioniques ont un impact identique sur les plastifiants.<sup>94</sup> Le mieux serait donc de s'en tenir à un nettoyage mécanique, voire à l'utilisation d'eau seule. L'addition d'un détergent anionique et l'utilisation de white spirit seraient envisageable.<sup>95</sup> Des tests préalables confirmeront leur inoffensivité pour le plastique lui-même.

Les dominos blancs seront nettoyés à sec ou avec un coton-badigeon humidifié d'eau et de détergent.<sup>96</sup> Le polyéthylène étant susceptible d'être altéré (microcraquellement, p. ex) par des dérivés d'alcools, des hydrocarbures chlorés et certains surfactants (détergents), donc si un nettoyage nécessitant des solvants doit être effectué, ces produits sont à proscrire.<sup>97</sup>

Les « bananes » sont soit en résine urée formaldéhyde, soit en polystyrène (PS). Pour les deux types, le nettoyage devrait se faire à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Si cela paraît insuffisant, un nettoyage à l'aide d'un coton-badigeon humidifié d'eau et de détergent serait concevable.<sup>98</sup> Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimi-

---

89 Morgan, 1999.

90 Pagliarino and Shashoua, 1999.

91 Blank, 1990, p.60.

92 Morgan, 1999.

93 Pagliarino and Shashoua, 1999.

94 Blank, 1990, p. 59.

95 Sale, 1988, p. 109.

96 Morgan, 1999.

97 Blank, 1990, p. 59.

98 Morgan, 1999.

que. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis le séchage, finiront l'intervention.<sup>99</sup> On peut tester d'autres solvants, car il semblerait que la résine urée formaldéhyde soit peu affectée par les solvants en général. Pour les « bananes » en polystyrène, on bannira toutefois les solvants de type cétones, alcools et aromatiques, car ils font gonfler et peuvent dissoudre le plastique.<sup>100</sup>

La prise blanche en polyéthylène sera nettoyée à sec ou avec un coton-badigeon humidifié d'eau et de détergent.<sup>101</sup> Le polyéthylène étant susceptible de former des microcraquelures par contact avec des dérivés d'alcools, des hydrocarbures chlorés et certains surfactants (détergents), on les évitera si un nettoyage nécessitant des solvants doit être effectué.<sup>102</sup>

Le bloc beige est en nitrate de cellulose. Le nettoyage à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique, est le plus adéquat. En effet, le nitrate de cellulose est soluble dans de nombreux solvants, sauf dans l'eau et le white spirit.<sup>103</sup> <sup>104</sup> Même l'eau peut être agressive.<sup>105</sup> L'alcool semble être une alternative<sup>106</sup>, mais par sécurité nous préférons ne pas le conseiller. Une attention particulière devra être de mise afin de ne pas altérer la surface par abrasion lors du nettoyage à sec. Si ce nettoyage n'est pas suffisant, on peut tenter le nettoyage au coton-badigeon légèrement humecté d'eau distillée, voire de white spirit.<sup>107</sup>

Les tubes sont en caséine formaldéhyde. Comme ce plastique est sensible aux variations d'humidité<sup>108</sup> et peut gonfler en présence d'eau<sup>109</sup>, il est préférable de ne pas utiliser ce solvant, et de les nettoyer à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique.

Les pieds en élastomère, type caoutchouc, ainsi que le tube, seront nettoyés à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique, du fait que les caoutchoucs sont sensibles à de nombreux solvants.<sup>110</sup> <sup>111</sup>

Les fixations des câbles sont en polyéthylène. Elles seront nettoyées à sec ou avec un coton-badigeon humidifié d'eau et de détergent.<sup>112</sup> Le polyéthylène étant susceptible d'être altéré (microcraquellements) par des dérivés d'alcools, des hydrocarbures chlorés et certains surfactants (détergents), on les évitera si un nettoyage nécessitant des solvants doit être effectué.<sup>113</sup>

Les composites-bandages et les matières composites n'ont pas été identifiés. C'est également le cas des nombreux éléments divers présents dans l'horloge, comme les roues, les figurines, les interrupteurs extérieurs, les courroies, les blocs entourant les bobines, les index blancs, les faux diamants, les boules, les revêtements de peinture et de vernis, les adhésifs, les rubans adhésifs, et les films isolants. Du fait que nous ne connaissons pas leur composition, nous conseillons de les nettoyer à sec et mécaniquement, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Si une intervention supplémentaire est nécessaire, le nettoyage avec un coton-badigeon légèrement humecté d'eau, éventuellement additionnée de détergent, pourrait être appliqué, à la condition de procéder à des tests dans des zones cachées.

---

99 Pagliarino and Shashoua, 1999.

100 Blank, 1990, p.60- 61.

101 Morgan, 1999.

102 Blank, 1988, p.109.

103 Blank, 1990, p.58-59.

104 Morgan, 1991, p.21-23.

105 Reilly, 1991.

106 Blank, 1988, p.121.

107 Ward and Shashoua, 1999.

108 Van Oosten, 1998, p.6.

109 Horie, 1996, p.50.

110 Blank, 1990, p.60.

111 Horie, 1996, p.51.

112 Morgan, 1999.

113 Blank, 1988, p.109.

### **Imitation du verre :**

La mappemonde est en polyméthacrylate de méthyle (PMMA). Le disque est, lui, en polyacétate de vinyle (PVAC).

Le PVAC peut gonfler en présence d'eau, donc on évite de le nettoyer avec de l'eau. De nombreux solvants, comme l'acétone et le toluène, seront bannis, car ils solubilisent le PVAC. <sup>114</sup> <sup>115</sup> Le mieux sera donc de procéder à un nettoyage à sec et mécanique, avec pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique.

Le PMMA peut être attaqué par de nombreux solvants, surtout l'acétone, entraînant la formation de craquelures à l'intérieur de la matière, certains pouvant même dissoudre la matière plastique (acétone, toluènes, p. ex. <sup>116</sup>). Par contre, il supporte théoriquement l'éthanol et le propan-2-ol<sup>117</sup>, tout comme il est stable et résistant à l'eau et aux environnements basiques.<sup>118</sup> Le mieux serait donc de s'en tenir à un nettoyage mécanique, voire à l'utilisation d'eau et de surfactant non-ionique. <sup>119</sup> L'addition d'un peu d'alcool serait envisageable, tout comme l'utilisation de white spirit. Des tests pré-alables confirmeront leur inoffensivité pour le plastique lui-même. <sup>120</sup>

Sur l'ensemble des éléments en plastique composant l'horloge, aucun collage ni aucune consolidation ne sont à envisager. Le remplacement de certains câbles pourrait, par contre, s'avérer indispensable si le musée a la volonté de faire fonctionner l'horloge. La dégradation du plastique les composant a pu altérer les propriétés électriques des câbles et pourrait être dommageable si le plastique ne remplit plus ses fonctions d'isolant électrique.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

114 Horie, 1996, p.50-51.

115 Hamilton, 1999.

116 Sale, 1988, p.108.

117 Morgan, 1991, p.30-31.

118 Blank, 1990, p.59.

119 Lorne, 1999, p.873-874.

120 Sale, 1988, p.108.

**MONTRE OMEGA****1- Fiche d'inventaire**

 <p>© HEAA-ARC TSC</p>	<p><b>Montre Omega</b> <sup>121</sup></p>
	<p>N° d'inventaire MIH : 2072            Datation : 1950            Origine : Suisse, Bienne            Date d'acquisition : 1984            Acquisition : don d'un privé            Localisation : Vitrine L 166            Etat de conservation : bon            Restauration : sans</p>
	<p>Description technique : Montre à régulation mécanique (balancier-spiral) et remontage manuel.            Mesures : Ø cadran : 3 cm            Largeur max : 3,3 cm            Epaisseur boîtier : 5-6 mm            Longueur max : 3,6 cm            Longueur dents de fixation du bracelet : 0,7 cm            Largeur fixation du bracelet : 2 cm            Largeur bracelet : 1,4-1,6 cm            Matériaux : matière plastique, métal, peinture, cuir</p>
	<p>N° photos : 2.1 à 2.5            N° pages VSH1-1 : p. 21-24            N° pages VT2 : VT2-1 p.11</p>

**Inscriptions sur l'objet**

- Cadran :
  - inscription : « Ω » et « OMEGA »
- Couvercle :
  - poinçon de forme triangulaire, contenant « Ω » et « OMEGA », et « FAB. SUISSE » et « SWISS MADE »
  - poinçon en forme d'écureuil (signe d'un contrôle ?) avec un « L » au dessus de sa tête

121 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.21-22.

- poinçon en forme de poids avec « 0,585 » à l'intérieur
  - poinçon en forme de tête de marteau avec « 140 » à l'intérieur
  - numéro de série : « 9792600 »
  - inscription de réparation : « BC 27-1-64 »
  - autre numéro : « 30 757 A »
  - numéro d'inventaire ( ? ) : « XI S5/159 »
- Sur le mouvement :
    - « OMEGA », « SWISS 15 JEWELS »
    - numéro de série : « 9402768 »
    - numéro de calibre : « 26.5T3 » (ou « 2G.5T3 » ?)
  - Bracelet :
    - sur la face intérieure, sur le cuir : « 16 »
    - sur la fermeture : « BR<sup>IE</sup> PAT », « OMEGA », « PLAQUE ORL », poinçon rectangulaire avec « CK » à l'intérieur
    - étiquette métallique accrochée à la fermeture : « 2072 »

### Identification

Selon la recherche historique, le verre de cette montre est en Hésalite<sup>®</sup>, un type de polyméthacrylate de méthyle (PMMA). L'identification du PMMA a été confirmée par l'analyse chimique.

## 2- Constat d'altérations

### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est une montre de poignet de la marque Omega.

#### Informations techniques :

Cette montre est à régulation mécanique (par le système balancier-spiral) et le remontage se fait manuellement à l'aide de la couronne.

Deux aiguilles indiquent sur un cadran à chiffres romains les heures et les minutes. Le petit cadran à six heures permet l'affichage de secondes.<sup>122</sup>

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente en remplacement du verre.

Par contre, toute la partie centrale, à savoir la carrure, est en métal, tout comme le cadran. Le bracelet est en cuir.

Etant donné qu'il s'agit d'une pièce horlogère, on peut deviner que l'intérieur du réveil, son mécanisme, sont en majeure partie composés de métal. La montre ayant été démontée, nous avons pu confirmer cette affirmation.

---

122 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.21-24.

Les recherches historiques ont montré l'utilisation du PMMA par le fabricant, plus précisément d'Hésalite®<sup>123</sup>. Ces résultats restent en accord avec les résultats de l'analyse chimique, qui identifie la matière plastique de ce verre comme étant du polyméthacrylate de méthyle (PMMA).

*Identification des matériaux*<sup>124</sup>: Selon l'analyse spectroscopique Raman<sup>125</sup>, le verre de cette montre est en PMMA. Ce résultat a été confirmé par l'analyse ATR-IR<sup>126</sup>.

Les propriétés de ce matériaux sont décrites dans le rapport VT3, p. 6-7 et 24.

#### Forme, décors, conception :

Le verre de cette montre a un diamètre de 2,9 cm.

Cette montre est particulièrement intéressante de par son verre en PMMA, d'origine, probablement de l'Hésalite®, nom donné par Omega. Ce verre a été produit par injection. Contrairement à d'autres montres, le verre n'a pas été remplacé.

Le verre est serti, à savoir fixé sous tension permanente, dans la lunette, qui est elle-même assemblée par pression avec la carrure.

#### Origine, fonction, usage :

Le travail des historiens a permis de retrouver des informations sur cette montre et de la dater précisément. La fiche d'inventaire du musée indiquait une date, qui a ensuite été confirmée par les historiens.<sup>127</sup> Il s'agit d'une montre-chronomètre datant de 1950.

Notons que l'entreprise Omega garde des archives sur les mouvements et les boîtes, via leur service « Omega Museum Vintage information ».<sup>128</sup>

Nous savons que cet objet a été offert au MIH par un privé, en 1984, et pensons qu'il a été utilisé avant d'être versé à la collection du musée.

Avant sélection pour le présent projet, cet objet était exposé dans une vitrine du MIH.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

### **Boîtiers**

Dans cet objet, aucun boîtier en matière plastique n'est présent.

### **Isolants d'éléments électriques**

Après démontage, on peut dire qu'il n'y a pas d'isolant d'éléments électriques en matière plastique

---

123 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.21-24.

124 Adamo, Rapport VT2-1, p.11.

125 Voir Rapport VT2, p.9.

126 Méthode de spectroscopie à infrarouges, voir Rapport VT2, p.9.

127 Rapports VSH1-1 et VSH1-2

128 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.23-24.

dans cette montre.

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, le seul élément d'imitation du verre en matière plastique est le verre devant le cadran (*voir photos n° 2.1-2.5*). Il est en matière plastique transparente, dure, moulée ou coulée.

## **2-3- Altérations des plastiques**

### **Boîtiers**

Dans cet objet, aucun boîtier en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Isolants d'éléments électriques**

Dans cet objet, aucun élément d'isolation d'éléments électrique en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Imitation du verre**

La surface du verre montre de multiples rayures et griffures (*voir photos n° 2.2-2.3*).

Des microcraquelures, voire des microfissures plus longues, sont clairement visibles au centre du verre (*voir photos n° 2.4-2.5*). Elles forment un réseau concentrique. Cette altération est bien prononcée et visible à l'œil nu. Par une observation sous microscope optique polarisant (PLM), on se rend compte de son étendue et de son type de propagation.

Après démontage, on observe des dépôts de matière brun foncé, sûrement de la saleté, sur les rebords, dans la zone retenue par la bague de fixation (*voir photos n° 2.3-2.4*).

### Omega

	<u>Types d'altération</u>															Numéro image	Remarques									
	Surface			Dans la matière																						
	Dépôts			Modification de la surface						Modification dans la matière																
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures			Lacunes	Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques					
Pièces	*				*	*																				
Verre																									2.2-2.4	

### 3- Diagnostic

Globalement, cette montre est en assez bon état, malgré la dégradation du verre.

Les rayures en surface sont dues à une abrasion régulière et attestent de l'utilisation de cette montre.

Le type de fixation utilisé pour cette montre est différent de celui de la montre Swatch. Il implique une contrainte permanente du verre, car il est forcé sous tension, de manière ininterrompue. Cette méthode de fixation a donc entraîné la microfissuration du verre. La tension étant relativement uniforme, elle a créé un réseau de microcraquelures homogène, qui s'est propagé de manière concentrique.

Ce type de dégradation n'est pas seulement lié au design. L'effet d'absorption de l'humidité par le verre en PMMA a aussi accéléré la formation de ces microfissures et craquelures. Il s'agit d'un mécanisme connu de dégradation du PMMA.<sup>129 130</sup>

On ne remarque pas de dégradation particulière due à des agents chimiques (sueur, parfums, etc.). Les variations de température, ainsi que les changements d'humidité, se sont ajoutés aux causes de dégradation de la matière plastique.

La date d'acquisition de cet objet par le MIH est 1984. Depuis cette date, des conditions environnementales stables, dans l'enceinte du musée, ont permis de stabiliser le processus de vieillissement du verre. Toutefois, l'effet de contrainte, par la fixation, n'est pas réversible.

### 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage et un nettoyage de la surface seraient nécessaires. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon anti-statique. Le nettoyage, lui, est plus délicat. Le PMMA peut être attaqué par de nombreux solvants, surtout l'acétone, entraînant la formation de craquelures à l'intérieur de la matière. Dans le cas de cet objet, ce serait dangereux, car il est déjà affecté par ce type de dégradation. Par contre, le PMMA supporte théoriquement l'éthanol et le propan-2-ol<sup>131</sup>, tout comme il est stable et résistant à l'eau et aux environnements basiques.<sup>132</sup>

Dans le cas d'objets non altérés, conservés chez un collectionneur privé, l'eau est généralement le solvant le plus sûr pour le nettoyage des plastiques. Elle peut être additionnée d'un peu de détergent. Un rinçage est alors obligatoire.<sup>133</sup> Par contre, dans le cas d'objets muséaux, d'autant plus s'ils sont altérés, tout solvant est à utiliser parcimonieusement et éliminer rapidement. Ils pourraient en effet entraîner des modifications de surface, une migration/perte d'additifs, un gonflement, voire la solubilisation du plastique sur lequel il est appliqué.<sup>134</sup> Les détergents peuvent contribuer à ces phénomènes, donc ils doivent être très dilués, voire évités.<sup>135</sup>

---

129 Morgan, 1991, p.30-31.

130 Quye and Keneghan, 1999, p.114.

131 Morgan, 1991, p. 30-31.

132 Blank, 1990.

133 Morgan, 1999.

134 Blank, 1990.

135 Pagliarino and Shashoua, 1999.

Dans le cas de cette montre, nous conseillerons donc d'éviter un nettoyage par un solvant, afin de ne pas accélérer la dégradation du PMMA déjà bien avancée. En effet, le PMMA a tendance à former des microcraquelures en présence de certains solvants, surtout l'acétone.<sup>136</sup> On préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par contre, dans les zones où les dépôts se sont formés, on peut imaginer un nettoyage à l'aide d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent. Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis un séchage, finiront le traitement. Il est important de contrôler cette étape, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Un autre solvant pourrait être envisagé, après une phase de test. Celui-ci devrait être fait à l'avance, dans une zone cachée, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de plusieurs semaines.<sup>137</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>138</sup>

Afin de stopper la propagation des microcraquelures et éviter la cassure du verre, il faut relâcher la contrainte. Pour cela, on pourrait prendre le parti de retirer le verre original de la montre et de le remplacer. Ainsi, le plastique original serait conservé dans de meilleures conditions. Il serait toujours disponible pour étude. On pourrait envisager la consolidation du verre à l'aide d'un adhésif, mais cette intervention pourrait altérer d'autant plus la matière plastique, du fait des microcraquelures.<sup>139</sup> Par conséquent, il est plus prudent d'éviter un traitement de consolidation.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

136 Sale, 1991.

137 Fenn, 1991.

138 Blank, 1988.

139 Sale, 1991.

**MONTRE SWATCH****1- Fiche d'inventaire**

 <p style="text-align: center;">© HEAA ARC TSC</p>	<p style="text-align: center;"><b>Montre Swatch</b></p> <p>N° d'inventaire MIH : <i>pas dans collection du MIH</i></p> <p>Datation : 1991 (possible des années 1990)</p> <p>Origine : Suisse</p> <p>Date d'acquisition : 2006</p> <p>Acquisition : prêt d'un privé</p> <p>Localisation : -</p> <p>Etat de conservation : moyen</p> <p>Restauration : sans</p> <p>Montre ordinaire. Selon le principe de Swatch, elle est « irréparable », donc ne se répare pas, mais se jette après 6 mois.<sup>140</sup></p>
 <p style="text-align: center;">© HEAA ARC AVU</p>	<p>Description technique : Montre à quartz à alimentation électrique par pile</p> <p>Mesures : Ø cadran : 2,7 cm Largeur max boîtier : 3,4 cm Largeur vers fixation bracelet : 2 cm Longueur max boîtier : 3,8 cm Hauteur verre par rapport au boîtier : 0,2 cm</p> <p>Matériaux : matières plastiques, dont élastomère, métal, peinture</p>
	<p>N° photos : 3.1 à 3.17</p> <p>N° pages VSH1-1 : p. 25-26</p> <p>N° pages VT2 : VT2-1 p. 6-7</p>

---

140 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.25-26.

### Inscriptions sur l'objet

- Cadran :
  - inscription en cercle autour du cadran : « YOU DON'T LIVE IN A NINE TO FIVE WORLD »
  - sur le cadran : « Swatch SWISS »
  - au-dessous de 6h, au bord du cadran : « ©SWATCH AG 1991 »
- Au verso du boîtier (côté pile) :
  - en dessus de la bobine : « 2024 »
  - en dessous de la tige : « 7448 »
  - en dessus du couvercle de la pile (inscription peu lisible, car surface usée) : probablement « ...STANT »
  - à gauche du couvercle de la pile : 1<sup>ère</sup> ligne, « 1L60 », et 2<sup>ème</sup> ligne, « 155V »
- Sous la pile :
  - « SWISS UNADJUSTED NO (0) JEWELS », « 3 », « V8 » et sigle ETA
- Sur la pile :
  - « 390 RENATA SWISS MADE »
  - sur le tranche de la pile : « 212 »
- Bracelet :
  - sur chaque barrette : « SWATCH@SWATCH »

### Identification

Selon la recherche historique, qui a été confirmée par l'analyse chimique, le verre de la montre est en polyméthacrylate de méthyle (PMMA), et le boîtier en acrylobutadiène styrène (ABS).

Les résultats sont comparables à ceux du réveil Junghans.

## 2- Constat d'altérations

### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est une montre Swatch indiquant les heures, minutes et secondes.

#### Informations techniques :

La pile est l'accumulateur d'énergie qui alimente le circuit intégré par lequel l'oscillation du quartz est provoquée et entretenue. La fréquence de l'organe de régulation est divisée et transformée en impulsion par seconde. L'impulse électrique génère un champ magnétique à l'aide d'une bobine qui fait tourner le rotor du moteur pas-à-pas. Le mouvement est transmis par le rouage aux aiguilles.

### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente, au niveau de l'enveloppe externe, pour le boîtier et le verre.

Par contre, le bracelet, ainsi que la pile et certains éléments internes, sont en métal. Les aiguilles et le cadran semblent également en métal, recouvert de peinture, et décorés.

Comme il s'agit d'une pièce horlogère, on peut deviner que l'intérieur de la montre, son mécanisme, sont en majeure partie composés de métal. L'ouverture de la montre pourrait confirmer ou infirmer cette supposition. Or, ce type de montre ne peut pas être ouvert. Cela fait partie du concept Swatch : une Swatch ne se répare pas, elle se jette.<sup>141</sup> Par contre, il est possible de voir les éléments internes par transparence du plastique composant le boîtier, ou carrure.

*Identification des matériaux<sup>142</sup>* : L'analyse spectrométrique a montré que la carrure est en ABS et le verre, en PMMA. Ce résultat est en accord avec les résultats obtenus par les recherches historiques.

Les propriétés de ces matériaux sont décrites dans le rapport VT3, p. 6-7, 10-11 et 24.

### Forme, décors, conception :

Toute la carrure a été moulée en une pièce. Elle comporte des encoches et formes prévues à l'insertion de pièces. Les divers éléments mécaniques et électroniques ont donc été enchâssés sur cette carrure, avant d'y déposer le cadran, les aiguilles, et finalement le verre. Ce dernier est soudé dans la carrure. Après insertion, il n'est plus sous tension.

Le design et le concept de ce type de montre prouvent sa simplicité. Les lignes de forme de la carrure sont arrondies. La zone autour de la couronne en métal est légèrement creusée pour en faciliter l'accès aux doigts de l'utilisateur. Des petites dents de fixation de chaque côté de la boîte, servant à y glisser l'axe de fixation de bracelet, sont aussi arrondies et d'épaisseur suffisante pour répondre à leur rôle.

### Origine, fonction, usage :

Les informations concernant l'histoire de cette montre Swatch nous ont été directement transmises par la propriétaire. Ce don privé pour compléter la collection d'étude de ce projet nous a ainsi permis de compléter les objets prêtés par le Musée international d'horlogerie. Cette montre a été régulièrement portée, par toute saison et tout le temps. La particularité de cet objet est d'avoir été porté pendant longtemps, et d'avoir de ce fait subi de nombreuses altérations spécifiques à cette situation.

L'entreprise Swatch est connue et déjà bien étudiée<sup>143</sup>. De nombreuses informations sont disponibles. Les modèles de montre sont répertoriés dans un catalogue. On notera cependant que ce modèle particulier n'a pas été retrouvé dans le-dit catalogue.

L'histoire des polymères, en termes de type de polymère et de sa fabrication, n'est pas connue en détails. Les recherches historiques ainsi que les enquêtes auprès du fabricant<sup>144</sup> ont confirmé, de manière générale, l'utilisation d'ABS et de PMMA.

---

141 Aguillaume, Rapport VSH11-, p.26.

142 Adamo, Rapport VT2-1, p.6-7.

143 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.25-26.

144 Rapports VSH1-1 et VSH1-2

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

### **Boîtiers**

Dans cet objet, le boîtier est la carrure de la montre. Elle est en matière plastique transparente, incolore, dure et moulée en une pièce (*voir photos n° 3.2-3.14*).

### **Isolants d'éléments électriques**

Du fait que cette montre ne peut être démontée, il est impossible de dire s'il existe des isolants d'éléments électriques en matière plastique. On se rend compte, par transparence de la matière composant la carrure, que l'intérieur est composé de différents matériaux, surtout de métal (*voir photos n° 3.5, 3.7, 3.12, 3.14*). Il est possible que d'autres éléments soient en matière plastique, mais nous ne pouvons pas déterminer, à ce stade, si c'est le cas.

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, le seul élément d'imitation du verre en matière plastique est le verre devant le cadran de la montre. Il est en matière plastique transparente, dure et moulée (*voir photos n° 3.4, 3.6, 3.8-3.11*).

### **Divers**

Les zones de fixation du bracelet à la carrure sont partiellement composés de matière plastique noire, de type élastomère (*voir photos n° 3.3, 3.5*).

Le cadran interne, ainsi que les index et les aiguilles, ont été décorés à l'aide de peinture et vernis (*voir photo n° 3.4*).

## **2-3- Altérations des plastiques**

Une fine pellicule de poussière recouvre certaines zones de la montre, mais est surtout logée dans les interstices et la zone de fixation du bracelet.

Des marques de doigts sont visibles, surtout au niveau de la boîte. Des griffures et rayures sont observées sur toutes les pièces en plastique.

### **Boîtiers**

En plus des marques de doigts et des nombreuses griffures, on observe des craquelures et microfissures. Celles-ci sont surtout observées le long du pourtour du verre, et dans la zone d'interface avec cette pièce (*voir photos n° 3.9-3.10*). Les microcraquelures se retrouvent, elles, tout autour de la carrure, plutôt dans la zone inférieure, à l'opposé du verre (*voir photo n° 3.11*). Des fissures sont également visibles au niveau de la zone de fixation du bracelet.

L'altération la plus évidente est un très fort jaunissement du boîtier (*voir photos n° 3.1-3.14*). En effet, à l'origine, comme nous l'a assuré sa propriétaire, la matière plastique était transparente et incolore. Maintenant, la totalité de la matière a jauni, de manière homogène, en ayant gardé sa transparence, malgré une très légère opacification globale.

Le boîtier est cassé au niveau des dents de fixation du bracelet (*voir photos n° 3.9, 3.12-3.13*). Deux d'entre elles sont manquantes, et le rebord de la carrure, dans cette zone, est partiellement ébréché. Ces dents sont également recouvertes, par zones, de produits de corrosion. C'est le cas surtout dans le trou pratiqué pour y passer la barrette de fixation du bracelet. Ces dents montrent également une certaine abrasion.

Des dépôts de matière blanc-gris pulvérulente, mêlée à de la poussière et des fibres, ainsi que des dépôts brun-noir, sont visibles entre ces dents et dans la zone recevant l'extrémité du bracelet métallique (*voir photos n° 3.9, 3.12-3.13*). Ces dépôts bruns sont également visibles autour de l'emplacement de la pile. De la matière blanche pulvérulente entoure la barrette de réglage (*voir photo n° 3.10*).

On remarque de petits éclats de plastique autour du logement de la pile. Les bords de ces manques sont arrondis, comme polis (*voir photos n° 3.13-3.14*). On observe également une sorte de dédoublement de matière au niveau d'une zone médiane de la face arrière de la carrure (*voir photos n° 3.5, 3.17*). La matière s'est fissurée non pas perpendiculairement à la surface, mais parallèlement, à l'intérieur. Une partie de la surface est cassée, dans cette zone, et une couche de matière plastique s'est détachée et été perdue.

**Sous UV :** (*voir photos n° 3.15-3.17*)

La carrure de la montre fluoresce fortement en blanc-jaune laiteux sous rayonnement ultraviolet. Les dépôts de matière fluorescent, eux, en violacé mat.

### **Isolants d'éléments électriques**

Dans cet objet, aucun élément d'isolation d'éléments électrique en matière plastique n'est visible, car il n'a pas été démonté. Par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Imitation du verre**

Des griffures et éraflures marquent la surface du verre (*voir photos n° 3.8-3.9, 3.11*).

**Sous UV :**

Aucune fluorescence particulière n'a été observée.



### 3- Diagnostic

Cette montre présente les stigmates d'un usage régulier et de longue durée. En effet, les rayures et éraflures présentes sur le verre et la carrure sont dus à des frottements, à la manipulation et à de légers impacts réguliers. Ces impacts et les tensions dues à l'utilisation sont aussi à l'origine de la cassure des dents de fixation du bracelet et des bordures de la carrure, ainsi que des quelques fissures dans la carrure. Le fait que les bords des éclats autour du logement de la pile soient arrondis est dû au polissage régulier par frottement de la peau contre la carrure.

Le verre est soudé dans la carrure. Ce type d'assemblage minimise les tensions, ce qui a évité des altérations telles que celles observées sur la montre Omega, dont le type d'assemblage et de fixation est différent. La soudure, ici, n'a engendré ni microcraquelures, ni distorsion. En outre, il faudrait ajouter que le PMMA est légèrement sensible à l'humidité. Il absorbe l'eau qui, parfois, induit la formation de microfissures. Toutefois, dans certains cas, l'eau absorbée pourrait entraîner un léger gonflement du verre en PMMA, en jouant le rôle de plastifiant, et donnerait une certaine élasticité à la matière plastique. Cet effet pourrait être bénéfique.

Le travail permanent de l'axe de fixation du bracelet imprime des traces d'usure sur la matière ABS. Une abrasion s'en est suivie, arrachant de la matière sous forme de poudre, qui s'est partiellement déposée dans les angles et dans les trous des dents de fixation du bracelet. Avec le temps, cette matière s'est mêlée de fibres et autres poussières jusqu'à former un dépôt. Malgré le fait que cette poudre n'ait pas été analysée chimiquement, on peut avancer qu'elle est un signe de la dégradation de l'ABS.

De plus, la formation de dépôts a sûrement été aidée par la présence d'humidité, issue de l'atmosphère, de la peau ou dues à des activités humaines. Ces différents agents chimiques ont participé à la dégradation de la matière plastique. La matière grasse de la peau joue un rôle de lubrifiant et d'agent chimique. Les huiles, par contre, sont inertes pour l'ABS.<sup>145</sup>

Globalement, les variations de température ainsi que les changements d'humidité ont visiblement causé la dégradation de la matière plastique.

Les dents sont recouvertes de produits de corrosion à cause du contact direct avec le métal de l'axe de fixation. Le métal touchant le plastique s'oxyde en permanence. Parfois, la matière plastique entraîne la corrosion du métal, par libération d'acides.

Cette montre prouve que la dégradation est fortement prononcée, sans désintégration sévère de l'objet. Le dense réseau de craquelures profondes se propage tout au long des bords de la carrure. Cela prouve l'état de dégradation avancé de la matière plastique, qui a perdu l'élasticité du fait du processus de dégradation de l'ABS. Cela explique également le réseau de microcraquelures dans la carrure.<sup>146</sup>

Le jaunissement de la carrure est très prononcé, sachant que la carrure était transparente et incolore. L'utilisation d'antioxydants mal appropriés ou en concentration trop basse peut en être la cause. Ce serait typique des produits de bas prix ou qui, selon la devise de Swatch, sont « jetables ». La dégradation de l'ABS en soi peut finalement l'expliquer. En quelques mots, l'ABS est connu pour être très sensible à la photodégradation, donc à la dégradation engendrée par la lumière visible et les longueurs d'onde supérieures à 300 nanomètres (UV).<sup>147</sup> La réaction photochimique de l'ABS en pré-

---

145 Trotignon et al., 2006.

146 Quye and Keneghan, 1999, p.121.

147 Rabek, 1987.

sence d'oxygène implique des réactions dans la phase polybutadiène des nodules d'acrylonitrile et de styrène. La photooxydation des nodules de polybutadiène est responsable de la perte des propriétés élastiques des ABS, et est aussi une cause d'oxydation induite du composant de polystyrène dans la phase d'acrylonitrile de styrène. L'effet principal de cette réaction est la formation de produits fortement absorbants de photo oxydation, qui sont responsables de la forte décoloration de l'ABS par irradiation de longues longueurs d'ondes, en présence d'oxygène.<sup>148</sup> Ce type de dégradation entraîne également fragilisation et assombrissement de la matière.<sup>149</sup>

## 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage et le nettoyage de la surface, ainsi que des interstices, sont nécessaires. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon antistatique. Le nettoyage, lui, doit être plus spécifique.

Comme déjà dit dans la proposition de traitement pour la montre Omega, le PMMA constituant le verre peut être altéré par de nombreux solvants, surtout l'acétone. L'éthanol et le propan-2-ol ne sont pas autant nuisibles<sup>150</sup>, l'eau non plus<sup>151</sup>.

Dans le cas de cette montre, le nettoyage du verre en PMMA à l'aide d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent non-ionique semble approprié.<sup>152</sup> <sup>153</sup> En effet, le PMMA a tendance à former des microcraquelures en présence de certains solvants, surtout l'acétone.<sup>154</sup> Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis un séchage, finiront le traitement<sup>155</sup>. Il est important de contrôler cette étape, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Un autre solvant pourrait être envisagé, après une phase de test. Celui-ci devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>156</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>157</sup>

Le nettoyage de la carrure en ABS, lui, est plus délicat, du fait de l'altération évidente de ce plastique. Nous conseillons donc d'éviter un nettoyage par un solvant, afin de ne pas accélérer la dégradation de l'ABS déjà amorcée. On préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par contre, dans les zones où les dépôts se sont formés, on peut imaginer un nettoyage à l'aide de solvant ou d'eau. Il sera très ponctuel et contrôlé de près. Un solvant approprié pour l'ABS serait l'éthanol<sup>158</sup>. Les solvants aromatiques, les cétones et des alcools l'attaquent.<sup>159</sup> Des tests de nettoyage de l'ABS au tricitrate d'ammonium ont été effectués (rapport VT2-4). Ils démontrent que cette solution peut être appliquée sans crainte sur ce plastique. Des tests systématiques de solvants doivent être effectués dans une zone invisible de l'objet, afin d'en détermi-

---

148 Rabek, 1987.

149 Blank, 1990.

150 Morgan, 1991, p. 30-31.

151 Blank, 1990.

152 Lorne 1999, p.873-874.

153 Morgan, 1999.

154 Sale, 1991.

155 Pagliarino and Shashoua, 1999.

156 Fenn, 1991.

157 Blank, 1988.

158 Trotignon et al., 2006.

159 Blank, 1990.

ner le plus adéquat et inoffensif. Tout comme cité ci-dessus, le test doit se faire à l'avance pour en voir les éventuels effets secondaires.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

**REVEIL JUNGHANS****1- Fiche d'inventaire**

 <p>©HEAA ARC AVU/TSC</p>	<p><b>Réveil Junghans</b> 160</p>
	<p>N° d'inventaire MIH : <i>pas de fiche</i> (fiche provisoire)</p> <p>Datation : probablement années 1960</p> <p>Origine : Allemagne</p> <p>Date d'acquisition : -</p> <p>Acquisition : don</p> <p>Localisation : dépôt MIH</p> <p>Etat de conservation : moyen</p> <p>Restauration : sans</p>
	<p>Description technique : Réveil à régulation mécanique et remontage manuel.</p> <p>Mesures : Ø cadran : 8,5 cm Largeur max : 9 cm Largeur pied : 7 cm Profondeur max : 5,5 cm Profondeur boîtier-verre : 4 cm Hauteur : 10 cm Hauteur bouton : 0,2 cm Epaisseur boîtier : 0,2 cm</p> <p>Matériaux : matières plastiques, métal, peinture, matière phosphorescente, carton</p>
	<p>N° photos : 4.1 à 4.19</p> <p>N° pages VSH1-1 : p. 30-31</p> <p>N° pages VT2 : VT2-1 p. 9-11 + VT2-4</p>

**Inscriptions sur l'objet**

Sur le cadran : inscription : « JUNGHANS » et « MADE IN GERMANY Pm ».  
A l'intérieur du boîtier, au verso du pied, « 2 ».

### **Identification**

Selon la recherche historique, qui a été confirmée par l'analyse chimique, le boîtier de ce réveil, ainsi que le bouton, sont en acrylobutadiène styrène (ABS), et le verre, en polyméthacrylate de méthyle (PMMA).

Ce sont les mêmes types de plastiques que pour la montre Swatch.

## **2- Constat d'altérations**

### **2-1- Aspects technologiques**

Cet objet est un réveil de la marque Junghans.

#### Informations techniques :

Ce réveil est à régulation mécanique et le remontage se fait manuellement à l'aide d'une clé dans le dos. Le réglage de l'alarme se fait également à l'aide d'une clé.

Sur le sommet du corps principal est placé un bouton-poussoir pour éteindre la sonnerie de l'alarme.

Sur le cadran principal se trouve un petit cadran, dans la partie supérieure, servant au réglage de l'alarme. Le remontage se fait dans le sens inverse des aiguilles. Ce cadran de 12 heures illustre que le réglage du réveil ne peut se faire que dans un délai de 12h.

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente au niveau de l'enveloppe externe, pour le boîtier et le bouton, en remplacement du verre et pour la mousse sous le pied du réveil. Par contre, tout le dos du réveil est en métal, ainsi que les aiguilles. Le cadran est, lui, en carton peint.

Etant donné qu'il s'agit d'une pièce horlogère, on peut deviner que l'intérieur du réveil, son mécanisme, est en majeure partie composé de métal. Après ouverture du réveil, on peut confirmer cette supposition. On note toutefois la présence d'une roue en matière plastique blanche translucide.

*Identification des matériaux*<sup>161</sup> : La spectrométrie Raman et l'ATR-IR ont démontré que le boîtier orange est en ABS (acrylonitrile butadiène styrène), et le verre, en PMMA.

Les propriétés de ces matériaux sont décrites dans le rapport VT4, p. 6-7, 10-11 et 24.

#### Forme, décors, conception :

Le boîtier orange de ce réveil est composé d'une seule pièce, en matière plastique, coulée en une pièce. Il est de forme arrondie, pour la partie supérieure, mais la partie inférieure est prolongée verticalement pour former un pied.

---

161 Théodoloz, Rapport VT2-1, p.9-11.

Le verre est en matière plastique. Malgré le fait que le réveil n'a pas été démonté complètement, on peut dire que le verre a été coulé dans un moule. Ceci est visible de part sa forme et son contour. On peut également voir que le verre est fixé sans tension particulière.

Un petit morceau de mousse noire en forme d'ovale allongé, en matière plastique (type élastomère) souple, est collé sous le fond de l'objet en vue d'améliorer l'adhésion du réveil sur son support, à savoir sur une table.

Le cadran noir, sur lequel tournent des aiguilles blanches, avec zones phosphorescentes, est lui aussi agrémenté d'un léger décor. Le marquage des minutes et heures est fait de petits ronds blancs, et les index sont marqués dans une police large orange.

On observe, à l'intérieur du mécanisme, une roue en matière plastique blanche. Elle a probablement été utilisée de par son coût inférieur à celui d'une roue en métal. Cela a été possible seulement si cette roue doit transmettre moins de force que les autres.

#### Origine, fonction, usage :

La documentation concernant ce réveil est pour l'instant peu fournie. Le travail des historiens n'a permis de retrouver que peu d'informations. C'est la raison pour laquelle il n'a pas été possible de dater exactement cet objet. Seuls de rares renseignements sont disponibles sur l'entreprise l'ayant fabriqué.

Toutefois, selon l'étude historique<sup>162</sup>, on sait que la forme ronde des réveils a été partiellement remplacée par la forme carrée dès les années 1930. La forme rectangulaire, elle, devient dominante dans les années 1970, tout comme l'utilisation des plastiques pour ce type d'objets. Les formes rondes de réveils en plastique réapparaissent dans les années 1960-1970.

Par ces quelques informations, le réveil a pu être daté des années 1960.

Comme il s'agit d'un réveil, cet objet servait donc d'alarme à une heure précise réglée (voir le petit cadran supérieur), en plus de donner l'heure.

Nous ne savons pas d'où provient cet objet, mais savons que ce réveil a été utilisé avant d'être versé à la collection du MIH.

Depuis son arrivée au musée, cet objet a été entreposé dans les dépôts du MIH.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

Différents plastiques ont été utilisés dans ce réveil. Ils se retrouvent uniquement au niveau de l'enveloppe extérieure, en tant que matière solide, et comme revêtement.

### **Boîtiers**

Le boîtier de cet objet est en matière plastique dure, de couleur orange, teintée dans la masse, inflexible et moulée en une pièce (voir photos n° 4.1-4.16). L'épaisseur de la couche de matière plastique est de 2 mm.

Un bouton d'extinction de l'alarme, sur le sommet du corps principal, est composé de la même matière plastique (voir photos n° 4.3, 4.10-4.11).

---

162 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.30-31.

### **Isolants d'éléments électriques**

Après démontage, on peut dire qu'il n'y a pas d'isolant d'éléments électriques en matière plastique dans ce réveil. Seule une roue du mécanisme est en matière plastique blanche, translucide.

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, le seul élément d'imitation du verre en matière plastique est le verre devant le cadran (*voir photos n° 4.1, 4.3-4.5*). Il est en matière plastique transparente, dure, moulée ou coulée.

### **Divers**

Ce réveil comporte des revêtements de peinture sur le cadran et les aiguilles (*voir photos n° 4.1, 4.5*), et sur le boîtier mécanique (au verso) (*voir photos n° 4.2-4.6*).

Un patin en matière plastique noire, molle, flexible (élastomère) se trouve sous le pied (*voir photo n° 4.4*).

Du ruban adhésif transparent est collé sur le boîtier mécanique, au verso (*voir photos n° 4.2, 4.6*).

Après ouverture du réveil, nous avons remarqué la présence d'une roue du mécanisme en matière plastique blanche, translucide, dure (*voir photo n° 4.16*).

## **2-3- Altérations des plastiques**

L'objet entier est recouvert d'une fine couche de poussière. Les parties externes de l'objet, c'est-à-dire le boîtier et le verre, montrent également des marques de doigts.

### **Boîtiers**

En plus de la poussière, retrouvée à l'extérieur et à l'intérieur (*voir photo n° 4.13*), de petites écailles de peinture provenant du verso, des marques de doigts et de quelques taches sont visibles. La surface est recouverte de rayures et éraflures, surtout au niveau du pied (*voir photos n° 4.3-4.4*). De nombreux petits éclats et enfoncement sont observés le long des arêtes (*voir photo n° 4.6*).

Le bouton pour éteindre le réveil, de même matière plastique que le boîtier, est particulièrement rayé et même légèrement creusé. On remarque une légère décoloration de la matière plastique (*voir photo n° 4.10*). Dans l'interstice entre le bouton et le réveil lui-même se trouve une accumulation de poussière (*voir photos n° 4.11-4.12*).

Quelques fissures sont visibles. Une fissure, peu profonde, est observée dans la partie inférieure de la face latérale gauche, une autre, sur la partie supérieure, plus exactement sur l'arrière, à droite du bouton (*voir photos n° 4.8-4.9*). Une fissure plus importante se trouve sur la partie médiane droite du boîtier (*voir photo n° 4.7*). Cette fissure, partant de l'extrémité du boîtier, côté cadran, forme un arc revenant vers le cadran. Elle semble plus profonde, et a engendré un bras supplémentaire à l'arc.

La surface interne, au verso, montre de multiples zones d'abrasion et des griffures (*voir photos n° 4.14-4.15*).

***Sous UV :*** (voir photos n° 4.16-4.18)

Une observation par utilisation d'une lampe à rayonnement ultraviolet entraîne une faible fluorescence et la matière plastique apparaît entre orange laiteux et gris pale. On constate également que la distribution des pigments dans la matière plastique est uniforme. Toutefois, sous ce rayonnement, le bouton apparaît beaucoup plus foncé, à savoir brun mat (voir photo n° 4.19). Cette différence est flagrante.

Sur la partie inférieure droite se trouve une zone dont la fluorescence est différente (voir photos n° 4.17-4.18). En effet, elle apparaît orange lumineux, à tendance jaune, plus transparente et d'aspect fibreux.

A côté de cette zone plus claire, des taches, en forme de traces d'un solvant qui aurait coulé probablement, sont visibles grâce à ce rayonnement.

**Isolants d'éléments électriques**

Dans cet objet, aucun élément d'isolation d'éléments électrique en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

**Imitation du verre**

La surface du verre est rayée, griffée. Une légère opacification locale est observée dans la partie droite. La zone médiane semble fondue par petits points (voir photo n° 4.5). La surface n'est plus lisse, voire même en relief.

***Sous UV :***

Une observation par utilisation d'une lampe à rayonnement ultraviolet n'a pas montré de fluorescence de la matière plastique constituant le verre. Elle a par contre rendu les traces de doigts, d'usure et la poussière plus visibles.

## Junghans

	<u>Types d'altération</u>															Numéro image	Remarques										
	Surface			Dans la matière																							
	Dépôts			Modification de la surface						Modification dans la matière																	
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures			Lacunes	Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques						
<b>Pièces</b>																											
<b>Boîtier et bouton-presseur</b>	*	*				*		*						*	*											4.3-4.4 4.6,-4.12 4.14-4.18	Marques de doigts ; fissures sur le côté droit du cadran ; cassures et petites lacunes sur les rebords ; légère décoloration (surtout du bouton-presseur)
<b>Verre</b>	*	*				*	*																		4.5	Opacification locale ; abrasion	
<b>Patin sous le pied</b>	*	*			*						*														4.4	Légère perte d'élasticité ; craquellement de la surface	

### 3- Diagnostic

Globalement, ce réveil est en assez bon état, malgré la dégradation avancée du bouton.

La présence de poussière atteste que l'objet a été stocké depuis un certain temps.

Les traces de doigts, qui recouvrent la surface totale du boîtier, les éraflures, montrent que l'objet a été fréquemment utilisé. Les rayures et griffures engendrées par son utilisation et les frottements sont particulièrement visibles sur le pied du boîtier, ainsi que sur le bouton, à cause du toucher régulier.

On ne remarque pas de friabilité sur le boîtier de l'objet, mais des fissurations. Cela est probablement dû à des impacts lors de l'utilisation fréquente.

Malgré le fait que le bouton soit fait de la même matière plastique que le boîtier, il est plus dégradé. Les altérations majeures sont la décoloration superficielle de la matière plastique, donc de l'ABS, ainsi que du pigment, et la formation du creux léger dans la matière plastique. Cela peut s'expliquer par sa fonction. Le bouton est régulièrement touché pour éteindre l'alarme, ce qui implique un dépôt fréquent de sueur, de graisse des doigts ou de produits cosmétiques. Ces substances, donc l'exposition à des agents chimiques, ont accéléré la dégradation de la matière plastique. Une abrasion régulière a formé le creux, sûrement par l'empreinte régulière de doigts.

Selon la coupe transversale de l'ABS du bouton, effectuée lors des analyses d'identification, cette décoloration est superficielle. Deux phénomènes se sont produits : d'abord une dégradation oxydante de l'ABS, mais pas de grande ampleur, ainsi que la forte décoloration du pigment orange. L'analyse du pigment n'est pas été effectuée en vue d'en déterminer la nature chimique.<sup>163</sup>

L'effet de jaunissement, dans le cas de cet objet, est très peu perceptible du fait que la matière plastique est colorée en orange dans la masse. Les pigments, lors du vieillissement, se décolorent. Cela est surtout visible sur le bouton, de manière superficielle. Mais, dans la masse, le pigment est peu décoloré. Il en résulte que le jaunissement de l'ABS et la décoloration du pigment orange se neutralisent.

L'ABS est connu pour être très sensible à la photodégradation, donc à la dégradation engendrée par la lumière visible et les longueurs d'onde supérieures à 300nm (UV).<sup>164</sup> La réaction photochimique de l'ABS en présence d'oxygène implique des réactions dans la phase polybutadiène des nodules d'acrylonitrile et de styrène. La photooxydation des nodules de polybutadiène est responsable de la perte des propriétés élastiques des ABS, et est aussi une cause d'oxydation induite du composant de polystyrène dans la phase d'acrylonitrile de styrène. L'effet principal de cette réaction est la formation de produits fortement absorbants de photo oxydation, qui sont responsables de la forte décoloration de l'ABS par irradiation de longues longueurs d'ondes, en présence d'oxygène.<sup>165</sup> Ce type de dégradation entraîne également fragilisation et assombrissement de la matière.<sup>166</sup> L'irradiation de l'ABS en présence de l'oxygène mène principalement à une oxydation des composants de polybutadiène. Les radicaux qui sont ainsi formés peuvent se répandre et lancent la photo oxydation du polystyrène. Le polystyrène n'est pas intrinsèquement fortement sensible une fois irradié avec la lumière à > 300nm, en raison de son absorption faible. En revanche, le polybutadiène est très réactif à l'excitation photochimique.

---

163 Théodoloz, Rapport VT2-4.

164 Rabek, 1987.

165 Rabek, 1987.

166 Blank, 1990.

La présence d'agents chimiques n'a pas affecté cet objet, sauf au niveau du bouton. Toutefois, le réveil a été taché par un liquide, vraisemblablement de type boisson, expliquant les marques observées sous UV.

La dégradation à la lumière, visible ou UV, n'est pas considérable dans le cas de cet objet. Les variations fréquentes de température ont sûrement accéléré la dégradation de la matière plastique. Ce sont surtout des causes physiques qui ont l'ont dégradé.

Les recherches préliminaires concernant l'Oxydation induction time (OIT) ont été menées dans la dernière étape d'analyse. Les résultats obtenus sont présentés dans le rapport VT4. Ils concernent la prédiction de l'oxydation de l'ABS par mesures de Differencing scanning calorimetry (DSC). Il a été déterminé que l'oxydation de l'ABS de cet objet survient plus rapidement, donc à des températures plus basses que de l'ABS de référence. Ce résultat nécessite réflexion. En effet, l'ABS du réveil orange devrait contenir des stabilisants et antioxydants, le rendant moins enclin à l'oxydation que l'ABS de référence, qui n'a pas ou peu subi de traitements en vue d'augmenter sa stabilisation. Il est donc possible, si l'on considère l'âge de ce réveil, que l'efficacité des antioxydants ne soit plus suffisante. On précisera toutefois que la prédiction de l'oxydation de l'ABS n'a pas pu être effectuée de manière sûre, car la méthode choisie ne présentait pas une fiabilité suffisante selon la littérature.<sup>167</sup>

La conception de l'ensemble du boîtier est appropriée et l'objet présente donc peu de dégâts. En effet, la matière plastique ABS, qui est normalement bien résistante à l'usure, a été correctement choisie pour cette utilisation particulière. La fissure observée n'est pas due au design, mais bien à l'usage.

Le verre lui aussi montre des éraflures attestant de l'utilisation fréquente du réveil et des impacts qu'il a subi. Etant fixé dans le cadran de manière que la tension qui le fixe soit minimale, on ne remarque pas de marques de stress, de tension, ni de distorsion ou déformation du verre. Du fait que le verre est légèrement bombé, il y a été plus exposé.

Le voile blanc et les marques au centre du verre peuvent être dus à la dégradation du PMMA le composant. Le PMMA a normalement une bonne résistance et stabilité à la lumière, à la chaleur et à l'oxygène.<sup>168 169</sup> Ce voile pourrait donc être engendré par un des composants de la matière plastique.<sup>170</sup> Des agents chimiques ont pu également engendrer cette modification de surface. La cause exacte n'a pas pu être identifiée.

## 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage et le nettoyage de la surface sont nécessaires. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon anti-statique. Le nettoyage, lui, doit être plus spécifique.

Comme déjà dit dans la proposition de traitement pour les montres Omega et Swatch, le PMMA constituant le verre peut être altéré par de nombreux solvants, surtout l'acétone.<sup>171</sup> L'éthanol, le propan-2-ol et l'eau sont, eux, quasi inoffensifs.<sup>172 173</sup>

Dans le cas de ce réveil, le nettoyage du verre en PMMA à l'aide d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent non-ionique semble approprié.<sup>174</sup> Un léger frottement permet un

---

167 Théodoloz, Rapport VT2-4.

168 Morgan, 1991, p.31.

169 Horie, 1996, p.103-112.

170 Lorne, 1999, p.875.

171 Sale, 1991.

172 Morgan, 1991, p.30-31.

173 Blank, 1990.

nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis un séchage, finiront le traitement<sup>175</sup>. Il est important de contrôler cette étape, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Un autre solvant pourrait être envisagé, après une phase de test. Celui-ci devrait être fait à l'avance, dans une zone cachée, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>176</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>177</sup>

Le nettoyage de la carrure en ABS, lui, est plus délicat, du fait de l'altération de ce plastique. Nous conseillons donc d'éviter un nettoyage par un solvant, afin de ne pas accélérer la dégradation de l'ABS déjà amorcée. On préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par contre, dans les zones où les dépôts se sont formés, on peut imaginer un nettoyage à l'aide de solvant. Il sera très ponctuel et contrôlé de près. Le *test de solubilité*<sup>178</sup> a montré l'insolubilité du matériau plastique orange du boîtier dans quelques solvants et dans l'eau. L'ABS, par contre, est soluble dans acétone et le méthyléthylecétone. Un solvant approprié pour l'ABS serait l'éthanol.<sup>179</sup> Des tests de nettoyage de l'ABS<sup>180</sup> au tricitrate d'ammonium ont été effectués (rapport VT2-4). Ils démontrent que cette solution peut être appliquée sans crainte sur ce plastique. Un test préalable devra être effectué dans une zone cachée du plastique afin d'apprécier l'innocuité du solvant choisi et tester le plus adéquat. Ce test devrait être fait à l'avance, afin d'observer les éventuels effets secondaires.<sup>181 182</sup>

Les fissures au niveau du boîtier pourraient être consolidées. On choisira un adhésif qui n'altérera pas la matière plastique sur lequel il sera appliqué, cela en tenant compte des résultats des tests de solvants. Or cela pose un problème éthique, car la réversibilité de l'intervention n'est pas assurée. L'utilisation d'un adhésif pourrait entraîner des modifications de surface, une migration/perte d'additifs, un gonflement, voire la solubilisation du plastique sur lequel il est appliqué.<sup>183</sup> En même temps, s'il n'y a pas d'interaction entre l'adhésif et le substrat, aucun joint n'est possible, car l'adhésif ne tiendra pas.<sup>184</sup> Tant que nous ne connaissons pas de traitement adapté et inoffensif, nous préférons ne pas conseiller de collage.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

174 Lorne, 1999, p.873-874.

175 Morgan, 1999.

176 Fenn, 1991.

177 Blank, 1988.

178 Théodoloz, Rapport VT2-4, p.11-14.

179 Trotignon et al., 2006.

180 Théodoloz, Rapport VT2-4, p.11-14.

181 Fenn, 1991.

182 Blank, 1988.

183 Blank, 1990.

184 Blank, 1988.

**REVEIL THORENS****1- Fiche d'inventaire**

 <p style="text-align: center;">© HEAA ARC JBE</p>  <p style="text-align: center;">© HEAA ARC TSC</p>	<p style="text-align: center;"><b>Réveil Thorens</b></p> <p>N° d'inventaire MIH : <i>pas de fiche</i> (fiche provisoire)</p> <p>Datation : 1953 185</p> <p>Origine : Suisse</p> <p>Date d'acquisition : -</p> <p>Acquisition : don d'un privé</p> <p>Localisation : dépôt MIH</p> <p>Etat de conservation : moyen</p> <p>Restauration : sans</p> <hr/> <p>Description technique : Réveil (avec boîte à musique) à régulation mécanique (balancier-spiral) et remontage manuel.</p> <p>Mesures : Largeur max : 12 cm          Profondeur max : 6 cm          Profondeur boîtier : 5 cm          Hauteur : 7,2 cm          Epaisseur boîtier : 0,2 cm          Cadran : 4,8 x 4,8 cm          Hauteur « pied » : 0,2 cm</p> <p>Matériaux : matières plastiques, métal, verre, peinture, matière phosphorescente</p> <hr/> <p>N° photos : 5.1 à 5.17</p> <p>N° pages VSH1-1 : p. 32-33</p> <p>N° pages VT2 : -</p>
---	---

**Inscriptions sur l'objet**

Sous le réveil, une étiquette de papier collée porte les inscriptions suivantes :

« THORENS  
 MOVEMENT »  
 « Nach dem Regen folgt Sonne  
 Made in Switzerland »

185 Cette datation relative a été proposée par comparaison avec le catalogue de Thorens N° 45 d'avril 1953 (cf. ci-après)

Sur le cadran métallique est écrit « JEX » ET « SWISS MADE ».

A l'intérieur du boîtier, dans le coin supérieur gauche du verso, le nombre "2976", surmonté d'un triangle plein, est en relief. Ceci montre que la matière plastique a été coulée, moulée avec cette inscription.

Sur le mécanisme de la boîte à musique, on lit « THORENS MADE IN SWITZERLAND ».

### **Identification**

Le boîtier de ce réveil n'a pas pu être identifié avec les méthodes à disposition. L'étude historique n'a pas permis d'émettre de supposition quant à sa composition.

## **2- Constat d'altérations**

### **2-1- Aspects technologiques**

Cet objet n'est pas seulement un réveil, mais également une boîte à musique. Le mécanisme de la boîte à musique est d'ailleurs original de Thorens, si l'on se réfère à l'étiquette de papier collée sous la partie inférieure du boîtier.

#### Informations techniques :

Ce réveil (avec boîte à musique) est à régulation mécanique (par le système balancier-spiral) et le remontage se fait manuellement à l'aide d'une clé dans le dos. La boîte à musique reproduit la mélodie de « Nach dem Regen folgt Sonne (...) »<sup>186</sup>, comme le signale l'étiquette collée sous le pied du réveil.

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente, au niveau de l'enveloppe externe. Par contre, tout le dos du réveil est en métal, tout comme certains éléments, à savoir un petit écrou sur la partie inférieure de la face avant (dans le boîtier en plastique), ainsi que les aiguilles. Le verre devant le cadran est en verre minéral. Le cadran est en métal, et les décors sont dorés et rehaussés ponctuellement de peinture phosphorescente.

S'agissant d'une pièce horlogère, on peut deviner que l'intérieur du réveil, son mécanisme, sont en majeure partie composés de métal. L'ouverture du réveil l'a confirmé.

*Identification des matériaux :* La spectrométrie Raman, ainsi que l'ATR-IR, n'ont pas permis d'identifier la matière plastique composant le boîtier.

---

186 Traduction en français : « Après la pluie, le beau temps... »

Des recherches d'objets similaires ont permis de retrouver le même type de matière plastique datant de la même période. Un rasoir de marque Thorens dont la matière plastique est également blanc crème a été retrouvé. Il est daté de 1952, et le texte l'accompagnant mentionne qu'il s'agit d'urée formaldéhyde.<sup>187</sup> Cette information n'a pas pu être vérifiée.

#### Forme, décors, conception :

Le boîtier de ce réveil est composé d'une seule pièce, en matière plastique, coulée en une pièce, dont les bords sont fortement arrondis. La forme arrondie est facilement adaptable à la main de son utilisateur. Le fond du réveil comporte une zone centrale qui ne repose pas au sol. Ainsi, les deux parties latérales font office de pieds, larges.

La forme de cet objet rappelle celle d'une radio de l'époque à laquelle l'objet a été élaboré. Trois lignes horizontales et parallèles, en relief et dorées, enrichissent le décor.

Le cadran blanc, sur lequel tournent deux aiguilles phosphorescentes (heures et minutes), ainsi qu'une aiguille de réglage du réveil, non revêtue, est lui aussi agrémenté d'un léger décor de lignes formant un cadre carré autour des index. Les points ronds et les petits rectangles marquant les heures sont également recouverts de peinture phosphorescente.

L'épaisseur de matière plastique du boîtier est d'environ 2 mm.

#### Origine, fonction, usage :

L'histoire de cet objet, produit à partir des années 1950, n'est pas connue. Les informations concernant la fabrication, l'utilisation, le lieu d'origine ainsi que la date d'acquisition de l'objet par le musée, qui indiqueraient un changement de ses conditions de stockage, ne sont pas disponibles. Il n'existe pas, en effet, de fiche d'inventaire.

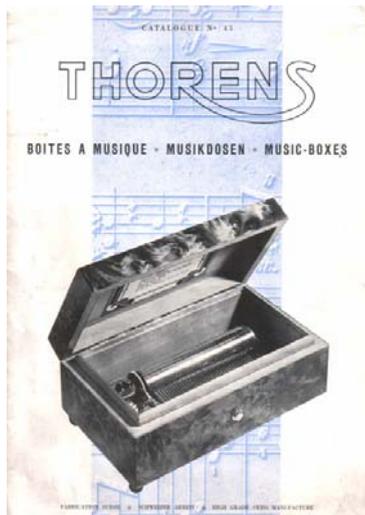
Les recherches historiques concernant cet objet (VSH1) n'ont pas permis de retrouver d'informations sur l'entreprise ayant fabriqué ce réveil. Toutefois, une entreprise utilisant le même logo a été retrouvée. Elle ne fabrique aujourd'hui plus que des gramophones et des enceintes.<sup>188</sup> Or, en cours d'étude de ce réveil, de nouvelles informations ont été trouvées. Une reproduction de catalogue de Thorens (N° 45 d'avril 1953)<sup>189</sup> a montré un modèle de réveil identique à celui étudié. Cette entreprise a bien fabriqué des réveils et horloges par le passé, en plus de nombreux objets, liés ou non à la musique : gramophones et autres objets musicaux, briquets, rasoirs, etc. On notera que des étiquettes sont parfois fixées sur ces objets pour indiquer un proverbe ou le titre de la mélodie jouée par l'objet en question.

---

187 Mechanical razors [en ligne].

188 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.32-33.

189 Thorens Catalog n° 45 of April 1953 [en ligne].



Première et quatrième pages du catalogue de Thorens (n° 45 d'avril 1953), montrant respectivement le logo et un réveil identique à celui étudié<sup>190</sup>

Une datation relative de cet objet a donc été possible grâce à ce catalogue. Le réveil date d'au moins 1953, année à laquelle le catalogue est paru. Quelques informations concernant l'histoire de l'entreprise suisse Thorens sont disponibles sur Internet.<sup>191</sup> Le site ne mentionne pas de réveil, mais le logo permet d'identifier l'entreprise.

Nous ne savons pas d'où provient cet objet, mais pensons que ce réveil a été utilisé avant d'être versé à la collection du MIH.

Depuis son arrivée au musée, cet objet a été entreposé dans les dépôts du MIH.

## 2-2 Inventaire des parties en plastique

Différents plastiques ont été utilisés dans ce réveil. Ils se retrouvent uniquement au niveau de l'enveloppe extérieure, en tant que matière solide, et comme revêtement.

### Boîtiers

Le boîtier de cet objet est en matière plastique dure, de couleur blanc-crème, teintée dans la masse et moulée en une pièce (voir photos n° 5.1-5.10).

### Isolants d'éléments électriques

Après démontage, on peut dire qu'il n'y a pas d'isolant d'éléments électriques en matière plastique dans ce réveil.

190 Thorens Catalog n° 45 of April 1953 [en ligne].

191 Die Thorens-Geschichte – 1883 bis 1991 [en ligne].

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent. En effet, le verre devant le cadran est réellement en verre minéral.

### **2-3- Altérations des plastiques**

Globalement, l'objet est en bon état. On observe un vieillissement naturel de l'objet et de la matière plastique le composant.

#### **Boîtiers**

La surface du boîtier est globalement en bon état, mais est recouverte de poussière et de traces de doigts. Quelques petites taches gris-brun circulaires sont présentes sur la face supérieure droite, ainsi que sur les surfaces supérieures des reliefs dorés de la face latérale droite (*voir photos n° 5.3-5.4*). Des éraflures sont visibles sur toute la surface.

On n'observe pas de changement marquant au niveau de la brillance. La décoloration dans la masse est négligeable. Seul un faible jaunissement est visible, uniforme et d'aspect brillant (*voir photos n° 5.1-5.10*).

On observe une cassure commençant sur la droite de la partie supérieure du boîtier, dans le coin arrondi arrière, se propageant vers la partie avant et se dirigeant ensuite vers la gauche sur quelques centimètres. La fissure suit approximativement les arêtes du boîtier (*voir photos n° 5.3, 5.5-5.6*).

Une fissure non traversante (s'étant formée depuis la face intérieure) est visible au dessous de la partie du cadran (*voir photo n° 5.8*).

Dans la zone médiane, la ligne en relief dorée inférieure est manquante. On voit qu'elle a été cassée et perdue (*voir photos n° 5.6-5.7*). La surface de la zone détachée est irrégulière.

Un écrou en métal se situe dans la partie inférieure de la face avant, presque au milieu du boîtier. Cet écrou ne pose pas de problème de craquelures ou de fissures. Par contre, on remarque que la surface autour est légèrement plus rayée et bleu-gris (*voir photo n° 5.7*).

Après démontage, on remarque que de la matière plastique a été arrachée à l'intérieur du boîtier (*voir photos n° 5.8-5.10*). En effet, le verre devant le cadran était placé dans la forme du boîtier, par l'intérieur. Le mécanisme est ensuite placé au-dessus, et maintenu au boîtier par une plaque fixée à l'aide de vis, s'enfonçant dans la matière plastique du boîtier. Pour des raisons inconnues, la plaque soutenant le mécanisme a arraché de la matière plastique (*voir photo n° 5.14*). On en voit d'ailleurs encore les morceaux autour de 2 vis de la plaque du mécanisme. On remarque le même type de perte de matière dans les deux coins gauches de la face arrière. Par contre, aucun fragment n'est resté attaché à la partie métallique fixée dans ces zones.

On observe une petite zone recouverte de matière transparente, sur la face latérale droite, au fond. Il pourrait s'agir d'adhésif (*voir photo n° 5.10*).

#### ***Sous UV : (voir photos n° 5.16-5.17)***

Une observation par utilisation d'une lampe à rayonnement ultraviolet entraîne une faible fluorescence légèrement violette de la matière plastique. Elle révèle la non-uniformité de la distribution du pigment dans la matière plastique, ce qui lui donne un aspect fibreux, mais aussi des plages dont la fluorescence est plus claire. On voit également d'autant mieux des taches de surface.

La lacune de la ligne dorée en relief, dans la partie inférieure de l'objet, fluoresce en violet. Cette fracture ne montre pas de déformation de la matière au niveau microscopique.

### **Isolants d'éléments électriques**

Dans cet objet, aucun élément d'isolation d'éléments électrique en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.



### 3- Diagnostic

De manière globale, ce réveil-boîte à musique est dans un état moyen. Il reste fragile de par l'importante fissure dans son boîtier. Toutefois, la matière plastique semble en assez bon état.

Les altérations sont vraisemblablement dues à un usage fréquent de cet objet. Le frottement et l'usage sont visibles sur l'ensemble du boîtier sous forme d'éraflures, de marques de doigts et de taches. L'altération majeure de cet objet, à savoir la fissure, est le résultat d'une contrainte physique, probablement due à un impact.

L'impact a probablement aussi entraîné la cassure des éléments internes de fixation du verre. Cela peut également être dû à un démontage du réveil, avec mauvaise manipulation, ayant arraché le mécanisme de son boîtier. L'impact a également produit la cassure d'un élément de décoration en relief.

Le faible jaunissement, uniforme, de la matière plastique est dû à la dégradation normale de la matière, dont on ne connaît pas la composition à l'heure actuelle. La nature des pigments n'a pas non plus été déterminée. Le jaunissement minime peut s'expliquer par la possible présence d'autres matériaux qui provoquent des effets antagoniques, empêchant un fort jaunissement. De manière générale, le jaunissement est dû à l'influence de la lumière, et des UV plus particulièrement.

L'exposition à des agents chimiques est minime sur cet objet. Par contre, les variations de température, ainsi que le changement d'humidité, ont dû accélérer la dégradation de la matière plastique.

### 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage et le nettoyage de la surface sont nécessaires. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon antistatique. Le nettoyage, lui, doit être plus spécifique.

Ne connaissant pas la composition du boîtier, et considérant la dégradation de la matière plastique, on préférera, par prudence, un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par contre, dans les zones où les dépôts se sont formés et où il y a des taches, on peut imaginer un nettoyage à l'aide de solvant. Il sera très ponctuel et contrôlé de près. L'utilisation d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent semble approprié<sup>192</sup>. Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, ainsi que le séchage, finiront le traitement<sup>193</sup>. Il est important de contrôler cette étape, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Le *test de solubilité*<sup>194</sup> a montré l'insolubilité du plastique blanc du boîtier dans des solvants organiques et dans l'eau. Un test préalable sur une zone cachée permettra d'évaluer le solvant adéquat. Ce test devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir

---

192 Morgan, 1999.

193 Pagliarino and Shashoua, 1999.

194 Théodoloz, Rapport VT2-4, p.11-14.

dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>195</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>196</sup>

Il sera judicieux d'envisager la fixation du verre minéral dans le boîtier. Sans cela, il continuera à se déplacer dans l'objet, créant des impacts répétés sur les parois du boîtier. Des fissures et cassures pourraient, le cas échéant, en résulter, ou aggraver celles déjà existantes.

La fissure sur le sommet du boîtier pourrait être consolidée. On choisira un adhésif qui n'altérera pas la matière plastique sur lequel il sera appliqué, cela en tenant compte des résultats des tests de solvants. Or cela pose un problème éthique, car la réversibilité de l'intervention n'est pas assurée. L'utilisation d'un adhésif pourrait entraîner des modifications de surface, une migration/perte d'additifs, un gonflement, voire la solubilisation du plastique sur lequel il est appliqué. En même temps, s'il n'y a pas d'interaction entre l'adhésif et le substrat, aucun joint n'est possible, car l'adhésif ne tiendra pas.<sup>197</sup> Tant que nous ne connaissons pas de traitement adapté et inoffensif, nous préférons ne pas conseiller de collage.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

195 Fenn, 1991.

196 Blank, 1988.

197 Blank, 1988

**MINUTEUR DE CUISINE SMITHS****1- Fiche d'inventaire**

 <p>© HEAA ARC JBE</p>	<p><b>Minuteur de cuisine Smiths</b> <sup>198</sup></p> <p>N° d'inventaire MIH : <i>pas de fiche</i> (fiche provisoire)</p> <p>Datation : probablement années 1960</p> <p>Origine : Angleterre</p> <p>Date d'acquisition : -</p> <p>Acquisition : don</p> <p>Localisation : dépôt MIH</p> <p>Etat de conservation : moyen</p> <p>Restauration : oui, collage d'un pied cassé, non efficace, car l'objet est en deux pièces.</p>
 <p>© HEAA ARC TSC</p>	<p>Description technique : Minuteur de cuisine à régulation mécanique et remontage-minutage manuel.</p> <p>Mesures : Ø cadran : 7,8 cm  Largeur max : 8,3 cm  Largeur pied : 6 cm  Longueur pied : 6 cm  Profondeur max : 6,5 cm  Profondeur boîtier: 3 cm  Hauteur : 9 cm  Hauteur pied : 1 cm  Longueur bouton : 3,5 cm  Profondeur bouton : 1,1 cm  Epaisseur boîtier : 0,5 cm</p> <p>Matériaux : matières plastiques, métal, peinture, matière phosphorescente, carton</p>
	<p>N° photos : 6.1 à 6.22</p> <p>N° pages VSH1-1 : p. 34-35</p> <p>N° pages VT2 : VT2-1 p. 8-9, VT2-2 p. 2</p>

### Inscriptions sur l'objet

Sur le cadran est noté « MADE IN ENGLAND », « PATENT APPLIED FOR », « SMITHS 'Pinger' », ainsi que « MINUTE TIMER », « TURN PAST FIVE, THEN SET TIME ».

Sur la cloche métallique, à l'arrière, est poinçonné « SMITHS MADE IN ENGLAND ».

### Identification

L'analyse chimique a identifié la matière formant le boîtier, le bouton et les pieds, comme de l'urée-formaldéhyde (UF), mais pas celle composant le cadran.

## 2- Constat d'altérations

### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est un minuteur de cuisine de la marque Smith, dont le modèle s'appelle « Pinger ».

#### Informations techniques :

Ce minuteur de cuisine est à régulation mécanique. Le remontage/minutage se fait manuellement à l'aide d'un bouton de réglage sur la face avant.

Une fois le temps pré-réglé manuellement écoulé, un marteau frappe un coup sur la cloche qui se trouve à l'arrière.

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente, au niveau de l'enveloppe externe, c'est-à-dire du boîtier, du bouton de réglage et des pieds. Le cadran est lui aussi composé de matière plastique, dont la surface est peinte.

Par contre, le dos du réveil, la cloche, ainsi que les vis maintenant les pieds, sont en métal. L'ouverture de l'objet a pu confirmer que l'intérieur est composé de métal. Du carton est plaqué au fond du mécanisme.

*Identification des matériaux :* La spectrométrie Raman n'a pas permis d'identifier les matières plastiques du boîtier et du verre. Les mesures effectuées en ATR-IR ont démontré qu'il s'agit de résine urée-formaldéhyde (UF). Le cadran, lui, n'a pas pu être identifié.

Les propriétés de ce matériau sont décrites dans le rapport VT4, p. 12-13 et 24.

#### Forme, décors, conception :

Ce minuteur de cuisine est constitué d'un boîtier en matière plastique, moulé, comme c'est le cas également pour le bouton de réglage et les pieds. On remarque d'ailleurs une ligne régulière, foncée,

faisant tout le tour du boîtier, à environ 1 cm du cadran. Il se peut que ce soit les marques du moule ou des lignes d'assemblage. Cependant, l'intérieur du boîtier ne montre pas de ligne. On ne peut donc pas être totalement certain de l'origine de cette ligne. Une hypothèse serait que le boîtier est fait de deux pièces de plastique assemblées lors du rapprochement des deux parties du moule.

Des rayures et sillons réguliers sont clairement visibles sur le boîtier. Cela confirme un travail d'outil à froid.

Les pieds du minuteur sont maintenus à l'aide d'une vis, qui en fixe les deux extrémités au corps principal, par dessous. La partie arrière est donc libre.

Si l'on se réfère à un autre réveil de même modèle (voir ci-dessous), les pieds du minuteur sont moulés en une seule pièce de matière plastique en forme de « U ».



Exemple d'un autre modèle de minuterie Smiths<sup>199</sup>, illustrant la forme du pied du modèle « Pinger »

Le cadran est fait d'un disque bombé en matière plastique transparente. Une couche de peinture beige a été appliquée sur le verso.

#### Origine, fonction, usage :

La documentation concernant ce réveil est pour l'instant peu fournie. Le travail des historiens n'a pas permis de retrouver que peu d'informations sur ce modèle de minuteur et sur l'entreprise le fabriquant. La compagnie n'a pas non pu être clairement identifiée et retrouvée<sup>200</sup>. C'est la raison pour laquelle il n'a pas été possible de dater exactement cet objet.

Une reproduction de l'emballage original d'un minuteur de même modèle a été trouvée sur un site Internet.<sup>201</sup> Selon le texte accolé à l'image<sup>202</sup>, cet emballage était accompagné d'une garantie datant de 1956. L'information n'a pas pu être vérifiée.

199 Retro 1950/60s Smiths kitchen timer [en ligne].

200 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.34-35.

201 Retro 1950/60s Smiths kitchen timer [en ligne].

202 «"For timing countless operations where an audible reminder is required". Comes with a Good Housekeeping Institute guarantee dated 1956. »



*Reproduction de l'emballage original d'un minuteur Smiths 203*

Sur le bas du carton d'emballage, on lit les mentions « SMITHS ENGLISH CLOCKS LTD. », ainsi que « SECTIC HOUSE, LONDON, N.W.2 ». Ces informations pourraient aider à l'étude historique de cet objet.

Par ces quelques informations, le réveil a pu être daté des années 1960, sans plus d'exactitude. Il est possible qu'il date d'au moins 1956.

Nous n'avons pas non plus d'information concernant la fabrication, l'utilisation, le lieu d'origine, ainsi que la date d'acquisition de ce minuteur. Aucune fiche d'inventaire n'est disponible pour cet objet.

Comme il s'agit d'un minuteur, cet objet servait donc à programmer une durée à la fin de laquelle un signal retentit.

Nous ne savons pas d'où provient cet objet, mais savons que ce réveil a été utilisé avant d'être versé à la collection du MIH.

Depuis son arrivée au musée, cet objet a été entreposé dans les dépôts du MIH.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

### **Boîtiers**

Le boîtier de ce minuteur de cuisine est en matière plastique vert pâle, teintée dans la masse, dure et inflexible (*voir photos n° 6.1-6.10*). Cette pièce a été moulée.

Le bouton à tourner pour enclencher le compte à rebours de minutage est fait de la même matière plastique (*voir photos n° 6.2, 6.12*). Il a également été moulé. C'est aussi le cas des pieds de la minuterie, moulés en une seule pièce en forme de « U » (*voir photo n° 6.4*).

L'épaisseur de la couche de matière plastique du boîtier est d'environ 5 mm.

### **Isolants d'éléments électriques**

Après démontage, on peut dire qu'il n'y a pas d'isolant d'éléments électriques en matière plastique dans ce minuteur de cuisine.

---

203 Retro 1950/60s Smiths kitchen timer [en ligne].

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent (*voir photos n° 6.2, 6.6*).

Après démontage, on a toutefois remarqué que le cadran est en fait composé d'un disque bombé en matière plastique transparente, recouverte d'une couche de peinture beige sur la face interne (*voir photos n° 6.11-6.12*).

### **2-3- Altérations des plastiques**

Globalement, ce minuteur de cuisine n'est pas en très bon état. Des altérations mécaniques et physico-chimiques sont observées.

L'objet entier est recouvert d'une fine couche de poussière. Les parties externes de l'objet, c'est-à-dire au niveau du boîtier, le bouton de réglage et les pieds, montrent des marques de doigts, ainsi que des abrasions légères et griffures.

### **Boîtiers**

On observe la perte de brillance, une ternissure, de la matière plastique verte, composant le boîtier, le bouton de réglage et les pieds, ainsi qu'une certaine décoloration et un léger jaunissement (*voir photos n° 6.3-6.10*).

La surface du boîtier de la moitié droite est globalement « noircie », grisée, par une sorte de dépôt, ou une transformation de la matière. Il s'agit vraisemblablement de saleté. Cette couche grisée est comme griffée sur la partie supérieure. On voit apparaître des zones, stries, plus claires, de la couleur de la matière plastique, dans la partie salie.

Des dépôts de saleté, de couleur beige et brune, des poussières diverses, et probablement des micro-organismes se retrouvent sur la surface, sous les pieds, et dans tous les interstices (*voir photos n° 6.4, 6.8, 6.10, 6.13-6.16*).

Quelques taches sont présentes sur le boîtier. Le bouton est plus taché et on remarque des restes de matière jaune entre ce bouton et le cadran de l'objet (*voir photos n° 6.6, 6.11-6.12*). Des taches orangées, probablement de la rouille, sont présentes autour du trou de fixation de la partie détachée du pied, sur le pied et sur le corps principal (*voir photos n° 6.7-6.10*). Après démontage, on observe que ces taches sont visibles autour des trous de fixation des deux vis fixant le pied. Pour note, la vis fixant la partie détachée du pied a été cassée et la tige est toujours enfoncée dans la matière plastique.

En comparant cet objet avec un autre modèle (cf. plus haut, « forme, décors, conception »), on en déduit que le pied n'est que partiellement conservé. En effet, une importante partie du pied est lacunaire, à savoir celle de la partie médiane, non fixée au corps principal (*voir photo n° 6.5*). Le pied gauche est détaché. Il a, en effet, perdu sa vis de fixation. Il a également été précédemment collé au corps principal. Cela est visible par des restes d'adhésif durci sur la surface du pied détaché et sur la surface du boîtier. Le pied droit est resté en position, maintenu par une vis (*voir photos n° 6.8-6.10*). La tranche des parties arrière de ces deux pieds est irrégulière et tachée. La matière est comme déchirée.

### ***Sous UV* : (*voir photos n° 6.19-6.22*)**

La matière plastique verte, composant le boîtier, le bouton de réglage et les pieds, fluoresce en une couleur gris-vert à violacé laiteux. Ce violacé est d'autant plus prononcé dans certaines zones comme le bouton et les pieds. Son aspect apparaît fibreux.

L'adhésif utilisé pour la réparation/restauration du pied est n'est pas très visible sous rayonnement UV de par sa faible fluorescence jaune pâle, verdâtre, proche de celle de la matière plastique.

Sous ce type de rayonnement, on remarque que la distribution des pigments verts dans la masse n'est pas uniforme.

La surface de fracture du pied est très bien visible sous UV et fluoresce en vert à jaunâtre. Ce n'est pas une fracture de type ductile.

### **Isolants d'éléments électriques**

Dans cet objet, aucun isolant d'élément électrique en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

Par contre, la matière plastique constituant le cadran est rayée et légèrement jaunie. La peinture sous-jacente ne permet pas une bonne observation (*voir photos n° 6.11-6.12*).

## Smiths-Pinger

Pièces	<u>Types d'altération</u>															Numéro image	Remarques					
	Surface			Dans la matière																		
	Dépôts			Modification de la surface						Modification dans la matière												
	Poussière	Taches	Dépôts de matière / colle	Modification de brillance / rugosité / ternissure	(Micro-) Craquelures	Rayures, éraflures	Opacification	Décoloration	Jaunissement	Voilage blanc	Exsudation	Modification de flexibilité / souplesse / durcissement	Déformations permanentes	Fissures	Cassures			Lacunés	Enfoncements	Brûlure, fusion	Modifications anthropiques	
<b>Boitier</b>	*	*		*		*		*													6.3-6.10	
<b>Bouton de minutage</b>	*	*				*		*													6.2, 6.3 6.12	
<b>Pied</b>	*					*		*						*				*			6.2 6.11-6.12	Taches dues à métal corrodé à proximité ; restes d'adhésif (ancienne restauration)

### 3- Diagnostic

Les dégâts observés, surtout les cassures au niveau du pied, ainsi que les différentes taches et les multiples rayures et éraflures ont eu lieu avant l'arrivée de l'objet dans la collection du musée. Ils sont vraisemblablement dus à l'utilisation régulière de cet objet. Le frottement, l'usure et les impacts en sont la cause.

La présence d'adhésif au niveau de la fixation du pied montre une précédente réparation, voire restauration par un professionnel. L'adhésif n'a pas été identifié, car nous nous sommes concentrés sur d'autres types de plastiques.

Du fait de la présence de taches de rouille autour du trou de fixation de la vis, on peut penser qu'une vis a été placée après l'application d'un adhésif. La rouille est possiblement due à la réaction du métal avec l'adhésif appliqué lors d'une intervention antérieure. Il est possible également qu'une vis, déjà corrodée, dont les produits de corrosion ont migré dans la matière plastique, ait été remplacée après application d'un adhésif, voire qu'un adhésif ait été placé, sans utilisation d'ultérieure d'une vis, qui aurait été perdue ou jetée.

Le minuteur a subi un vieillissement naturel inhérent à l'objet et à la matière qui le compose. D'un point de vue physico-chimique, on peut avancer que la lumière visible et le rayonnement ultraviolet sont une source considérable de dégradation. La décoloration de la matière plastique verte est imputable à la dégradation normale de la matière plastique. Les rayons ultraviolets de la lumière du jour ont vraisemblablement causé des altérations chimiques amenant à un changement de couleur du plastique.<sup>204</sup> Il est aussi vraisemblable qu'elle soit due à la dégradation des pigments induite par l'exposition à la lumière. La nature exacte de ce pigment n'a pas été déterminée. Nous savons cependant que les pigments verts ont régulièrement été utilisés dans des objets du fabricant Smiths.<sup>205</sup>

Le jaunissement du cadran est uniforme et la surface est restée brillante. Sans connaître la composition du plastique, il n'est pas possible de préciser les causes de cette dégradation. La lumière, plus particulièrement les UV, en sont une des causes.

L'exposition à des agents chimiques est évidente si l'objet était utilisé quotidiennement. La graisse des doigts, les huiles utilisées en cuisine, les autres produits alimentaires, ont sûrement été en contact répété avec l'objet. Ils ont participé à la dégradation des matières plastiques, donc au changement de couleur et de surface.

Les variations fréquentes de température, ou l'exposition à des températures élevées ou basses, et les changements d'humidité, ont accéléré la dégradation de ces matières

L'urée formaldéhyde semble s'altérer à la chaleur, l'humidité, en présence d'acides/bases, mais peu à la lumière.<sup>206</sup>

### 4- Proposition de traitement

---

204 Quye and Keneghan, 1999, p.117.

205 Smiths Synchronous [en ligne].

206 Blank, 1990.

Un dépoussiérage et le nettoyage de la surface sont nécessaires. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon antistatique. Le nettoyage, lui, doit être plus spécifique.

Le nettoyage du boîtier en urée formaldéhyde peut être rendu plus délicat du fait de l'altération de ce plastique. Nous conseillons donc d'éviter un nettoyage par un solvant, afin de ne pas accélérer la dégradation du plastique déjà amorcée. On préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par contre, dans les zones où les dépôts se sont formés, on peut imaginer un nettoyage à l'aide de solvant. Il sera très ponctuel et contrôlé de près. L'utilisation d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent semble appropriée<sup>207</sup>. Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis le séchage, finiront l'intervention<sup>208</sup>. Il est important de contrôler cette étape, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Le *test de solubilité*<sup>209</sup> a montré l'insolubilité de la matière plastique verte du boîtier dans des solvants organiques. Toutefois, une très légère solubilité dans le diméthylsulfoxyde (DMSO) s'est produite.<sup>210</sup> Par principe, on testera le solvant ou l'eau dans une zone cachée afin de déterminer le solvant le plus adapté. Ce test devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>211</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>212</sup>

Pour apporter une stabilité à cet objet, on pourrait refixer le pied en place. Pour ce faire, on éliminera les restes d'adhésifs encore présents sur le boîtier et le pied. Des tests de solvants à cette fin seront nécessaires et devront être effectués avec prudence. Ils devront solubiliser l'adhésif sans attaquer la matière plastique sous-jacente. On choisira un adhésif qui n'altèrera pas la matière plastique sur lequel il sera appliqué, cela en tenant compte des résultats des tests de solvants. Ces précautions rejoignent les principes éthiques de compatibilité des matériaux et de réversibilité de l'intervention. En effet, l'utilisation d'un adhésif pourrait entraîner des modifications de surface, une migration/perte d'additifs, un ramollissement, voire la solubilisation du plastique sur lequel il est appliqué.<sup>213</sup> En même temps, s'il n'y a pas d'interaction entre l'adhésif et le substrat, aucun joint n'est possible, car l'adhésif ne tiendra pas.<sup>214</sup> Tant que nous ne connaissons pas de traitement adapté et inoffensif pour ce type précis de plastique (urée formaldéhyde), nous préférons ne pas conseiller de collage.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

207 Morgan, 1999.

208 Pagliarino and Shashoua, 1999.

209 Théodoloz, Rapport VT2-4, p.11-14.

210 Adamo, Rapport VT2-1, p.3.

211 Fenn, 1991.

212 Blank, 1988.

213 Blank, 1990.

214 Blank, 1988.

## HORLOGE SECTICON

### 1- Fiche d'inventaire

	<p><b>Horloge Secticon</b></p> <p>N° d'inventaire MIH : <i>pas de fiche</i> (fiche provisoire)</p> <p>Datation : probablement 1958-1961<sup>215</sup></p> <p>Origine : Suisse (Portescap)</p> <p>Date d'acquisition : -</p> <p>Acquisition : don</p> <p>Localisation : dépôt MIH</p> <p>Etat de conservation : moyen</p> <p>Restauration : sans</p>
<p>© HEAA Arc TSC</p> 	<p>Description technique : Horloge à régulation mécanique (balancier-spiral) et accumulation d'énergie électrique (pile).</p> <p>Mesures : Ø cadran : 9,5 cm          Largeur max : 13 cm          Profondeur max : 10 cm          Hauteur : 24 cm          Epaisseur boîtier : 0,3 cm          Ø socle : 8,5 cm</p> <p>Matériaux : matières plastiques, métal, peinture</p>
<p>© HEAA Arc TSC</p>	<p>N° photos : 7.1 à 7.23</p> <p>N° pages VSH1-1 : p. 36-49</p> <p>N° pages VT2 : VT2-1 p. 4-6, VT2-2 p. 2</p>

#### Inscriptions sur l'objet

- Sur la face intérieure de la partie arrière du boîtier :
  - « Portescap Swiss made »
  - un « C » surmonté d'un éclair
- Sur le cadran, inscriptions :
  - « secticon »,
  - « swiss made »
  - « pat. p. e. u. lic. ato ».

- Sur la face arrière du bloc métallique de la montre :
  - « 10 »,
  - « Inca » (dans un cadre en forme de pilule (ovale aplati))
  - « 6591 »
- Etiquette sur le pied, sur face arrière : « XX-I »
- Sur le boîtier transparent autour du mécanisme :
  - « Portescap »
  - « swiss made »
  - « Lic. ato. 2 »
- Dans le bloc moteur, sur la plaque métallique de base :
  - « portescap swiss made »
  - « 134066 »
  - « 78 ».

### **Identification**

Selon la recherche historique, qui a été confirmée par l'analyse chimique, l'horloge comporte un boîtier fabriqué en résine urée-formaldéhyde (UF) et un verre en polyméthacrylate de méthyle (PMMA).

## **2- Constat d'altérations**

### **2-1- Aspects technologiques**

Cet objet est une horloge de table de la marque Secticon, de modèle t1, fabriquée par l'entreprise Portescap.

#### Informations techniques :

Cette horloge est à régulation mécanique (par le système balancier-spiral). Une accumulation d'énergie électrique est contenue dans une pile.

Quelques données techniques supplémentaires sont reproduites dans le rapport historique VSH1 (p. 42).

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente au niveau de l'enveloppe externe, tant au niveau du boîtier que du verre. Du métal est présent pour la partie horloge, c'est-à-dire pour le mécanisme, ainsi qu'au niveau du pied, à l'intérieur du boîtier, et sous celui-ci.

Du fait que l'objet est cassé, l'horloge n'a pas eu besoin d'être démontée. Elle l'était déjà, en quelque sorte. On peut donc voir le mécanisme interne. Il comporte des parties en matière plastique, en plus des parties en métal traditionnelles.

*Identification des matériaux*<sup>216</sup>: La spectrométrie Raman n'a pas permis d'identifier les polymères du boîtier et du verre. Toutefois, selon les mesures effectuées en ATR-IR, il s'agit de résine urée formaldéhyde (UF), pour le boîtier, et de polyméthacrylate de méthyle (PMMA), pour le verre.

Les propriétés de ces matériaux sont décrites dans le rapport VT4, p. 6-7, 12-13 et 24.

L'identification de l'urée formaldéhyde n'a, en fait, initialement pas été possible du fait que la matière plastique est de couleur rouge. En effet, la technique n'est pas concluante pour des matières de cette couleur. Pour cette raison, nous avons eu recours à une autre horloge Section de même modèle, mais de couleur noire (*voir photos n° 7.22-7.23*). Ainsi, l'identification a été rendue possible.

#### Forme, décors, conception :

La forme de cette horloge est très sobre et très linéaire. Le design en a été confié à Angelo Mangiarotti. Il a fait l'objet d'une étude depuis les années 1960. En 1962, comme le reproduit de manière détaillée le rapport VSH1 de ce projet<sup>217</sup>, des défauts et altérations sont mis en évidence et reliés au design, peut-être inadapté à cette horloge.

Le boîtier rouge de cette horloge est fait de deux pièces jointes. Ces deux pièces ne sont pas assemblées pour n'en former plus qu'une. Au contraire, ces deux pièces sont indépendantes et dissociables, dans le but de pouvoir atteindre le mécanisme en cas de besoin. Elles sont rassemblées et maintenues jointes par une fixation au niveau du pied. En effet, on rapproche ces deux parties, bord à bord, en « clipant » puis on tourne le cran de fixation se trouvant sous le pied (demi-tour), dans la partie métallique. (cf. photo de droite). Ainsi, un « crochet » vient pincer (ou s'enfoncer dans un trou à cet effet) la face avant du boîtier, et les deux parties restent jointes.



*Détail de la fixation des deux pièces composant le boîtier. ©HEAA Arc TSC/AVU*

#### Origine, fonction, usage :

Cet objet date des années 1960. L'histoire de cet objet est bien connue et documentée.<sup>218</sup> Aujourd'hui, il existe non seulement une documentation écrite, mais aussi plusieurs exemplaires de ce type d'horloge, ainsi que des moules originaux de l'époque. Ces éléments font partie du fonds de l'entreprise Portescap, déposé au Musée international d'horlogerie (MIH).

Les informations concernant la fabrication, l'utilisation, le lieu d'origine ainsi que la date d'acquisition de l'objet par le musée, qui indiquerait un changement de ses conditions de stockage, ne sont pas disponibles. Il n'existe pas, en effet, de fiche d'inventaire.

216 Adamo, Rapport VT2-1, p.4-6 et Théodoloz, Rapport VT2-2, p.2.

217 Aguillaume, Rapport VSH1, p.48-49.

218 Aguillaume, Rapport VSH1, p.36-49 .

Une étiquette portant le numéro « 3.24 » est collée sous le pied. Il pourrait s'agir d'un numéro d'inventaire ou un code. Ce n'est, cependant, pas un numéro d'inventaire du MIH.

Cette horloge a été versée à la collection en même temps que le fond de Portescap<sup>219</sup>. Nous ne savons toutefois pas si elle a été utilisée auparavant.

Depuis son arrivée au musée, cet objet a été entreposé dans les dépôts du MIH.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

Différents plastiques ont été utilisés dans cette horloge. Ils se retrouvent autant au niveau de l'enveloppe extérieure qu'à l'intérieur même de l'objet.

Selon le modèle choisi pour notre étude, ils sont regroupés dans les catégories suivantes :

### **Boîtiers**

Cet objet comporte deux boîtiers.

Le premier, qui forme l'enveloppe externe de l'horloge, est en matière plastique rouge, teintée dans la masse, brillante et dure (*voir photos n° 7.1-7.4, 7.6-7.15*). Cette pièce est moulée et faite en 2 parties (avant et arrière). Ces deux parties sont jointes de manière non permanente, permettant, en les séparant, d'avoir accès au mécanisme. Sous le pied se trouve un système d'accrochage pour maintenir une des faces sur l'autre. Le détail de ce système est expliqué plus haut (*voir photos n° 7.4-7.5*).

Le deuxième, qui protège le mécanisme à l'intérieur de l'horloge, est en matière plastique transparente, dure, inflexible et moulée (*voir photos n° 7.18-7.21*).

### **Isolants d'éléments électriques**

Les pièces servant d'isolants d'éléments électriques se trouvent tous à l'intérieur de l'horloge. Elles sont de différents types :

- 2 amortisseurs autour des vis fixant ce boîtier : caoutchouc blanc, teinté dans la masse, élastique (*voir photo n° 7.21*)
- du pôle positif au mécanisme : câble isolant rouge : matière plastique rouge, teintée dans la masse, élastique, flexible (*voir photos n° 7.18-7.21*)
- 4 plaques autour des bobines et 1 dans le mécanisme : matière plastique gris foncé, teintée dans la masse, élastique, flexible (*voir photo n° 7.20*)
- 2 plaques isolantes : matière composite brune, dure (*voir photos n° 7.18-7.21*)
- dans la pile : montant : matière plastique transparente, coulée, dure
- dans la pile : câbles isolants rouge et bleu : matière plastique rouge ou bleue, teintée dans la masse, élastique, flexible (*voir photo n° 7.20*)
- roue : matière plastique blanche, teintée dans la masse, dure (*voir photo n° 7.20*)
- du mécanisme au pôle négatif : câble isolant noir : matière plastique noire, teintée dans la masse, élastique, flexible
- au fond du pied : cylindre fermé sur le fond, qui sert à isoler le pied du pôle négatif de la pile et à maintenir la pile en place : matière plastique transparente, moulée (*voir photos n° 7.6, 7.8*)

### **Imitation du verre**

---

219 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.36-49.

Dans cet objet, le seul élément d'imitation du verre en matière plastique est le verre devant le cadran de l'horloge (*voir photos n° 7.2, 7.16*). Il est en matière plastique transparente, dure, inflexible et moulée.

### **2-3- Altérations des plastiques**

Pour rappel, seuls les plastiques sous forme de solides sont étudiés dans le cadre de ce projet de recherche. Les éléments d'intérieur de cette horloge n'ont pas été examinés et analysés.

L'objet entier est recouvert d'une fine couche de poussière. Les parties externes de l'objet, c'est-à-dire au niveau du boîtier et du verre, ainsi qu'au niveau du boîtier enfermant le mécanisme, montrent des marques de doigts, ainsi que des abrasions légères.

#### **Boîtiers**

En plus de la poussière et des marques de doigts, présentes sur tout l'objet, le boîtier est recouvert de quelques taches et de restes d'adhésif d'un ruban adhésif (*voir photos n° 7.7, 7.12*). Des éraflures et griffures sont également visibles. C'est également le cas pour le boîtier transparent autour du mécanisme, à l'intérieur du boîtier rouge (*voir photo n° 7.21*).

Le pied de l'horloge est détaché, à environ 3 cm du fond (*voir photo n° 7.2-7.4, 7.8*). Le boîtier en matière plastique s'est, en effet, cassé sur la face avant, au-dessus du niveau de la partie métallique interne au pied, très lourde.

On observe également une cassure au-dessus du cadran, dans la partie droite (*voir photo n° 7.7, 7.9-7.10*). Elle s'est propagée de bord à bord. Aucun morceau ne s'est détaché, et les bords de la fracture sont toujours joignables.

A l'intérieur de la face avant du boîtier, au niveau de la périphérie du cadran, se trouvent des renflements servant à l'attache de la partie horloge (mécanisme) avec le boîtier. Cette partie est en effet vissée dans des renflements. Ces points de fixation se sont cassés et 3 morceaux ont été perdus (*voir photo n° 7.11*). Un seul morceau se retrouve encore sur la partie horloge (*voir photo n° 7.17-7.19*).

Le rebord le long de la jointure comporte des lacunes sur la partie avant du boîtier, à divers endroits de la face intérieure (*voir photo n° 7.10-11*).

Des cassures et fissures, ainsi que de petites lacunes, sont visibles sur les rebords du boîtier autour du mécanisme.

#### ***Sous UV :***

Une observation par utilisation d'une lampe à rayonnement ultraviolet révèle l'uniformité de la distribution du pigment rouge dans la matière plastique.

#### **Isolants d'éléments électriques**

On remarque de la poussière sur la plupart des isolants.

Les amortisseurs autour des vis montrent également des éraflures. Leur surface est devenue un peu rugueuse et donne l'apparence de croûtes en surface. Des taches et une coloration gris-jaune sont visibles.

La plupart des câbles, de différents types, sont devenus rugueux en surface et ont perdu de leur flexibilité. Des éraflures sont parfois visibles (*voir photo n° 7.21*).

Les câbles rouges et bleus, dans la pile, ne présentent pas d'altération, à part une fine pellicule de poussière en surface. Le câble noir, en plus des mêmes altérations, est brûlé et fondu par endroits,

principalement vers ses extrémités, donc vers les soudures attenantes. Ils présentent également un écrasement vers l'extrémité dessoudée.

Les plaques en matière plastique grise, celles en composite brun, ainsi que le montant transparent et la roue blanche, sont uniquement recouverts de poussière.

Le cylindre fermé transparent, dans le pied, est éraflé et taché, surtout dans sa partie inférieure.

### **Imitation du verre**

Le verre est recouvert d'une fine pellicule de poussière, et de quelques marques de doigts. Des éraflures et rayures sont visibles en surface (*voir photo n° 7.16*).





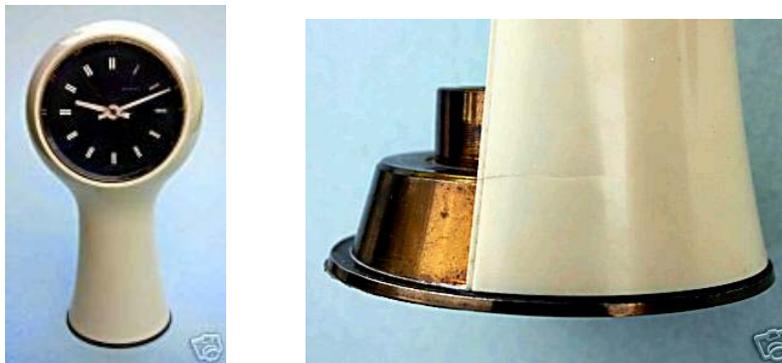
### 3- Diagnostic

Du fait du dépôt de l'objet, une fine couche de poussière s'est accumulée, à l'extérieur comme à l'intérieur du boîtier.

Cette horloge présente des traces d'un usage régulier. En effet, les rayures et éraflures présentes sur le verre et le boîtier sont dus à des frottements, à la manipulation et à de légers impacts réguliers, ayant eu lieu avant l'arrivée de l'objet dans la collection du musée. Des marques de doigts attestent autant d'une utilisation. Ce même type de marque se retrouve à l'intérieur du boîtier, montrant le réglage et la maintenance régulière de l'horloge.

Comme l'expose le document présentant la liste des défauts de l'horloge Secticon, présenté dans le rapport VSH1<sup>220</sup>, de nombreux dommages peuvent être dus à la conception de l'horloge et à son design. Le boîtier en plastique est concerné par ces remarques. Des modifications, des remodelages, sont mêmes suggérés. Dans le cas de cette horloge, on peut imputer les cassures, surtout celle du pied, à une erreur de conception. En effet, le poids est mal réparti entre les différentes parties de l'objet. La zone du pied est lourde, permettant une certaine stabilité, tout comme celle du sommet, contenant l'horloge même. La zone médiane, elle, est légère en comparaison. Le poids du sommet étant telle, il a pu faire basculer l'horloge, mais également faire rompre le boîtier juste au-dessus de la zone renforcée du pied.

Pour illustrer ce problème, une autre horloge Secticon, de même modèle, a été retrouvée dans la littérature<sup>221</sup> (cf. ci-dessous). Elle présente une fissure au même endroit que sur notre objet. Cette fissure n'a pas entraîné la cassure. Le problème de design est ainsi confirmé par cet exemple.



*Exemple d'horloge Secticon, modèle t1, et détail de la fissure au niveau de son pied* <sup>222</sup>

La fracture au niveau du pied, de type fragile, dont la surface est brillante peut se produire au niveau d'efforts, en particulier l'effort de fléchissement du matériau. Elle peut ou non entraîner la déformation du plastique, macroscopiquement, et a besoin de moins d'énergie pour le faire. Dans le cas de cette horloge, un impact a pu également casser le boîtier, voire aider à la rupture liée au design. La dégradation de la matière plastique a pu favoriser cette cassure. <sup>223</sup>

220 Aguillaume, Rapport VSH1, p.48-49.

221 Portescap Secticon [en ligne].

222 Portescap Secticon [en ligne].

223 Quye and Keneghan, 1999, p.121.

Une autre fracture se trouve plus haut, dans la partie ronde du boîtier. Les points de fixation du mécanisme constitués par le boîtier sont également cassés. La théorie de l'impact est donc fort plausible. Cependant, la conception de ce modèle d'horloge est largement impliquée. Dans le dernier cas, le poids du groupe fonctionnel a pu arracher, en quelque sorte, la matière.

Les rebords des joints des deux parties du boîtier sont partiellement lacunaires. Cela peut être la conséquence d'une friabilité accrue de cette zone, de par sa faiblesse originelle. Une autre explication serait qu'on ait voulu forcer l'écartement de ces deux pièces, en prenant appui sur ces zones fragiles, et elles ont cédé.

La matière plastique constituant le boîtier n'a pas perdu sa couleur et son éclat. Sur la photo de la rupture du pied, on peut voir que la matière plastique n'est pas dégradée à l'intérieur de sa masse. Il n'y a pas de décoloration visible. Le pigment rouge est stable et sans décoloration. Cette observation reste en accord avec les informations sur la bonne stabilité des pigments rouges, trouvées dans les sources historiques.<sup>224</sup>

La lumière visible et le rayonnement UV n'ont donc eu que peu d'impact sur la matière plastique constituant le boîtier rouge, contrairement au minuteur de cuisine Smith, également en urée formaldéhyde. La nature exacte de ce pigment n'a pas été déterminée.

Des marques de doigts sont peu visibles, et donc peu de graisse a été déposée en surface. Aucune exposition à d'autres agents chimiques n'est à signaler sur cet objet, à part des restes d'adhésif d'un ruban adhésif sont présents sur le boîtier. Quelqu'un a donc voulu renforcer ou réparer provisoirement le boîtier au niveau des cassures.

Avec le temps, la matière plastique composant les câbles s'est dégradée. Elle a durci, entraînant parfois des déformations permanentes. Les câbles sont souvent faits de polychlorure de vinyle (PVC). Aucune identification n'a été effectuée dans le cadre de cet objet, car nous ne pouvions pas démonter le mécanisme de l'horloge, ni prélever un échantillon. La cause en est vraisemblablement la perte de plastifiants.<sup>225</sup> Par définition, ils permettent, si en quantité suffisante dans la matière plastique, de garantir la flexibilité et la souplesse du matériau.<sup>226 227</sup> Leur perte réduit donc les propriétés intrinsèques du plastique, et peut également modifier la surface du matériau. Certains câbles ont d'ailleurs vu leur surface devenir rugueuse. Si les chaînes moléculaires sont cassées ou réticulées, le matériau peut devenir plus fragile. La chaleur ou la pression peuvent également intervenir dans les déformations.<sup>228</sup>

La soudure nécessaire à la fixation de câbles aux éléments électriques a localement endommagé la matière plastique composant ces câbles. Une augmentation de la température dans le voisinage direct de la matière plastique la fait se ramollir, puis fondre.

La dégradation liée à la lumière et/ou à la chaleur a entraîné la désintégration de la couche superficielle du caoutchouc composant les amortisseurs.<sup>229</sup> Des réactions chimiques ont entraîné la cassure des molécules, le caoutchouc se désintègre.

---

224 Aguillaume, Rapport VSH1, p.49.

225 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

226 Wilson, 1995, p.1.

227 Williams, 2005.

228 Quye and Keneghan, 1999, p.118.

229 Morgan, 1991, p.17-18.

## 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage et le nettoyage de la surface sont nécessaires. Le dépoussiérage peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon anti-statique. Le nettoyage, lui, doit être plus spécifique.

Dans le cas de cette horloge, le nettoyage du boîtier en urée formaldéhyde à l'aide d'un coton-badigeon peu humecté d'eau additionnée de détergent semble approprié<sup>230</sup>. Un léger frottement permet un nettoyage mécanique en plus de chimique. Le rinçage à l'eau claire, par le même moyen, puis le séchage, finiront l'intervention<sup>231</sup>. Il est important de contrôler cette étape, afin de détecter toute réaction, et ainsi éviter une altération supplémentaire. Le *test de solubilité*<sup>232</sup> a montré l'insolubilité de la matière plastique rouge du boîtier dans quelques solvants organiques et dans l'eau. Par précaution, on testera ce nettoyage sur une zone cachée afin de valider l'innocuité du traitement.

Le verre en PMMA sera nettoyé à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique, voire à l'aide d'un coton-badigeon humecté d'un peu d'eau additionnée d'un surfactant non-ionique.<sup>233</sup> L'addition d'un peu d'alcool serait envisageable, tout comme l'utilisation de white spirit. Des tests préalables confirmeront leur inoffensivité pour le plastique lui-même.<sup>234</sup> D'autres solvants sont à bannir, car ils pourraient entraîner la formation de craquelures à l'intérieur de la matière, voire la solubilisation du plastique.

Par la même occasion, on éliminera les restes d'adhésifs du ruban adhésif présents sur le boîtier. Des tests de solvant à cette fin seront nécessaires. Ils devront être effectués avec prudence. Ils devront solubiliser l'adhésif sans attaquer la matière plastique sous-jacente. Un test de solvant dans une zone cachée sera indispensable avant de l'essayer sur la zone à nettoyer. Ce test, ainsi que les précédents, devraient être fait à l'avance, dans une zone cachée, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>235</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>236</sup>

Afin d'apporter une stabilité à cet objet, on peut envisager de le consolider et fixer les parties cassées. Pour ce faire, on infiltrera un adhésif dans les fissures dans le boîtier. Le pied devra être refixé. Un moyen devra être trouvé pour que le joint de collage tienne suffisamment, et que les tensions dues au poids de la partie supérieure soient mieux réparties. Des tests de solvants et d'adhésifs seront nécessaires, afin de choisir ceux qui n'altéreront pas la matière plastique de l'objet. Par principe, on testera le solvant dans une zone cachée afin de déterminer le solvant le plus adapté. Ce test devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>237</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>238</sup> On choisira un adhésif qui n'altérera pas la matière plastique sur lequel il sera appliqué, cela en tenant compte des résultats des tests de solvants. Ces précautions rejoignent les principes éthiques de compatibilité des matériaux et de réversibilité de l'intervention. En effet, l'utilisation d'un adhésif pourrait entraîner des modifications de surface, une migration/perte d'additifs, un ramollissement, voire la solubilisation du plastique sur lequel il est appliqué.<sup>239</sup> En même temps, s'il n'y a pas d'interaction entre l'adhésif et le substrat, aucun joint n'est possible, car l'adhésif ne tiendra pas.<sup>240</sup> Tant que nous ne connaissons pas de traitement adapté et

---

230 Morgan, 1999.

231 Pagliarino and Shashoua, 1999.

232 Théodoloz, Rapport VT2-4, p.11-14.

233 Lorne, 1999, p.873-874.

234 Sale, 1988, p.108.

235 Fenn, 1991.

236 Blank, 1988.

237 Fenn, 1991.

238 Blank, 1988.

239 Blank, 1990.

240 Blank, 1988.

inoffensif pour ce type précis de plastique (urée formaldéhyde), nous préférons ne pas conseiller de collage.

Le mécanisme horloger devra être fixé à l'intérieur du boîtier afin qu'il ne se déplace plus à l'intérieur de l'horloge. Cela évitera les impacts et les cassures pouvant en découler.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

## HORLOGE FAVRE ET FILS

### 1- Fiche d'inventaire

 <p>© HEAA Arc TSC/AVU</p>	<b>Horloge Favre et Fils</b>
	N° d'inventaire MIH : IV 768 Datation : - Origine : Suisse, Genève Date d'acquisition : - Acquisition : don privé Localisation : en exposition Etat de conservation : bon Restauration : sans
	Description technique : Horloge-mère à régulation mécanique (pendule) et alimentation électrique externe. Echappement à palette de Hipp. Mesures : Hauteur : 139 cm Largeur : 41 cm Profondeur : 22 cm Matériaux : matières plastiques, bois, métal, verre, peinture, résine, fils
	N° photos : 8.1 à 8.10 N° pages VSH1-1 : p. 52-54 N° pages VT2 : -

#### Identification

Aucune analyse d'identification n'a été effectuée, car aucun échantillon n'a pu être prélevé. L'horloge n'a pas pu être démontée pour les fins de ce projet. Elle est d'ailleurs actuellement en exposition au musée.

### 2- Constat d'altérations

#### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est une horloge-mère de marque Favre et Fils.

Pour note, l'horloge est restée en exposition. C'est la raison pour laquelle nous n'avons pas pu la décrocher du mur pour voir ce qu'il se serait trouvé à l'arrière.

#### Informations techniques :

Cette horloge-mère est une pendule de précision avec un entraînement électrique direct du pendule. Le mouvement mécanique est muni d'un échappement à palette de Hipp, qui permet de redonner une impulsion au pendule lorsque l'amplitude diminue (rapport VSH1, p. 52-54).

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente à l'intérieur de l'horloge, au niveau du mécanisme, ainsi qu'à l'extérieur, pour le câble d'alimentation.

La partie externe de l'horloge est un cabinet en bois, avec une grande fenêtre en verre. Etant donné qu'il s'agit d'une pièce horlogère, l'intérieur de l'horloge, son mécanisme, est en majeure partie composé de métal. Du fil (de soie ?) imprégné de résine recouvre les fils conducteurs afin d'obtenir des câbles. Des fils recouverts de matière plastique constituent les câbles d'alimentation.

*Identification des matériaux :* Aucune identification de matière plastique n'a été effectuée.

#### Forme, décors, conception :

Les différents câbles sont faits soit d'un fil de cuivre recouvert d'une sorte de gaine de matière plastique flexible, soit de fils (de soie ?) imprégnés d'une matière (résine ou huile) qui les fixe et les renforce.

Différentes pièces d'isolation, pour les bobines, les parties de contact, sont faites de matière plastique dure, moulée. Les plaques en matière composite, ont été moulées ou découpées dans un bloc.

Le cadran est agrémenté d'un léger décor. Les index sont peints, tout comme le sont des marquages dans le bois, au niveau des interrupteurs.

#### Origine, fonction, usage :

L'entreprise qui l'a élaborée, Favag, est bien connue.<sup>241</sup> Le travail des historiens a permis d'en retracer l'évolution depuis son origine.

Toutefois, l'horloge n'a pas été datée précisément.

Comme il s'agit d'une horloge-mère, cet objet servait à commander d'autres appareils dans un réseau par impulsions électriques, par exemple d'horloges secondaires.

Cette horloge a été versée à la collection du MIH, grâce à un don privé, il y a environ 4 ans. Nous n'avons pas de fiche d'inventaire concernant cet objet.

Depuis son arrivée au musée, elle est présentée dans l'exposition permanente du musée.

---

241 Aguilhaume, Rapport VSH1-1, p.56-57.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

Si l'on reprend la catégorisation des principaux usages des plastiques dans les objets horlogers, à savoir les boîtiers, les isolants d'éléments électriques et les imitations du verre, on se rend compte, dans cet objet en particulier, que les première et dernière catégories ne sont pas représentées.

Par contre, cette horloge comporte différentes parties comprenant des matières plastiques. Elles peuvent être regroupées dans la catégorie « isolants d'éléments électriques » et correspondent à deux utilisations distinctes : les câbles et les isolants d'éléments électriques.

### **Boîtiers**

Dans cet objet, aucun boîtier en matière plastique n'est présent.

### **Isolants d'éléments électriques**

On observe, ici, quatre types de câbles :

- Câbles rigides, entourés de fils torsadés, en coton vert (au niveau du mécanisme), appliqué avec un liant (*voir photos n° 8.2-8.9*)
- Câbles (2x) d'alimentation en matière plastique bleue et noire, élastique et flexible (*voir photo n° 8.10*)
- Gaine en matière plastique grise, teintée dans la masse, élastique et flexible, autour des deux câbles d'alimentation, un bleu et un noir, teintés dans la masse (*voir photo n° 8.10*)
- Câble en matière plastique blanche, teintée dans la masse, élastique (*voir photo n° 8.10*)

Les isolants se déclinent sous les formes :

- Plaques (2x) en matière composite, de couleur brun-rouge, solide et flexible, utilisées une fois simple et une fois à double (*voir photos n° 8.3-8.4*)
- Plaques (2x) noires, dures, au niveau du mécanisme (bobines) (*voir photos n° 8.8-8.9*)
- Plaque en quart de cercle, dans le mécanisme, en plastique brun foncé, dur

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent.

## **2-3- Altérations des plastiques**

Globalement, cet objet est en bon état. Les matières plastiques qui le composent le sont aussi.

### **Boîtiers**

Dans cet objet, aucun boîtier en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Isolants d'éléments électriques**

## **Câbles**

Tous les câbles sont recouverts de poussière, quel que soient leur composition ou leur emplacement.

Les câbles dont les fils sont maintenus par un liant, eux, gardent leurs fils bien en place. Par contre, le liant les fixant a, semblerait-il, jauni. Des craquelures sont également visibles (*voir photos n° 8.6, 8.8*).

Les câbles en matière plastique et la gaine sont en bon état. Seule une légère perte de flexibilité est à noter.

## **Isolants d'éléments électriques**

Toutes ces pièces, quelles qu'elles soient, sont recouvertes d'une fine pellicule de poussière.

Les plaques en matière composite, dont on voit les traces de fabrication (estampage), se délitent sur les bords. Des fibres sortent au niveau des tranches. Ces plaques ont durci avec le temps. On remarque la présence de quelques petites taches de peinture blanche.

Les plaques noires ont également durci. Des déformations dues au serrage des vis sont observables (*voir photos n° 8.8-8.9*). La surface a légèrement blanchi.

Les plaques brun foncé, en quart de cercle, ont aussi été déformées par leur fixation. Leur surface a blanchi, mais localement seulement, et est rayée.

## **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.



### 3- Diagnostic

Du fait du dépôt de cette horloge au musée, une fine couche de poussière s'est déposée.

Avec le temps, le liant maintenant les fils constituant les câbles s'est dégradé. Il a jauni et a rigidifié, entraînant parfois des craquelures. N'ayant pas identifié sa composition, nous ne pouvons pas déterminer quel processus a entraîné cette altération. La lumière et les UV ont vraisemblablement joué un rôle.

Le fonctionnement de l'horloge et son entretien (révision, réglages) ont laissé des marques. Une usure est visible sur différentes pièces en matière composite, ainsi que sur les plaques brun foncé. La fixation de vis a déformé la matière composant les plaques d'isolation.

### 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage de la surface est nécessaire. Il peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon antistatique.

Par mesure de sécurité, le solvant à préférer pour le nettoyage des plastiques en bon état est l'eau, éventuellement additionnée de détergent.<sup>242</sup> Un autre solvant peut être utilisé, mais des tests de compatibilité doivent être préalablement entrepris. Un rinçage est incontournable et le séchage doit se faire au plus vite. Si la matière plastique est dégradée, on préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par principe, on testera le solvant ou l'eau dans une zone cachée afin de déterminer le solvant le plus adapté. Ce test devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>243</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>244</sup>

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

242 Morgan, 1999.

243 Fenn, 1991.

244 Blank, 1988.

## HORLOGE OSCILLOQUARTZ

### 1- Fiche d'inventaire

 <p>© HEAA ARC AVU/TSC</p>	<b>Horloge Oscilloquartz</b> <sup>245</sup>
	N° d'inventaire MIH : - Datation : vers 1950 (selon l'étiquette d'exposition) Origine : Suisse, Neuchâtel (idem) Date d'acquisition : - Acquisition : don Localisation : en exposition Etat de conservation : bon Restauration : sans
	Description technique : Horloge à régulation à quartz et alimentation électrique externe. Mesures : Hauteur : 198 cm Largeur : 55 cm Profondeur : 41 cm Matériaux : matières plastiques, métal, verre, céramique, fils, textile, résine
	N° photos : 9.1 à 9.24 N° pages VSH1-1 : p. 53-55 N° pages VT2 : -

#### Inscriptions sur l'objet

- Derrière l'horloge du haut :
  - « Landis & Gyr, Zug »
  - Type : « UYT3 »
  - Numéro : « 048850 »
- Sur le bloc rouge :
  - « AEG 437 hiv »
- Sur les modules/étages :
  - « Ebauches SA, Département Oscilloquartz Neuchâtel »
- Sur les fusibles :
  - « GE », pour General Electric

245 Aguillaume, Rapport VSH1-1, p.53-55.

## Identification

Aucune analyse d'identification n'a été effectuée, car aucun échantillon n'a pu être prélevé. L'horloge n'a pas pu être démontée pour les fins de ce projet. Elle est d'ailleurs actuellement en exposition au musée.

## 2- Constat d'altérations

### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est une horloge à quartz de la marque Oscilloquartz.

#### Informations techniques :

Cette horloge à quartz est la première fabriquée en Suisse. Elle utilise comme organe de régulation les oscillations du quartz (rapport VSH1, p. 55-57). Le quartz se trouve dans un circuit électrique qui permet d'entretenir l'oscillation du quartz et de transformer la fréquence en unités de temps.

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente à l'extérieur, sur la face avant, au niveau des multiples cadrans, et à l'intérieur de l'horloge, dans le mécanisme, sous de nombreuses formes.

L'horloge, son support et la plupart de ses composants, son mécanisme, sont faits de métal. Du verre sert de protection à des cadrans et compose les ampoules et fusibles. De la céramique est utilisée comme isolant électrique. Du textile et des fils sont imprégnés pour servir d'isolants à des fils électriques. De la peinture est également utilisée à de nombreuses reprises.

*Identification des matériaux :* Aucune identification de matière plastique n'a été effectuée.

#### Forme, décors, conception :

Les différents câbles sont faits soit d'un fil de cuivre recouvert d'une sorte de gaine de matière plastique flexible, soit de fils ou d'un textile imprégné d'une matière (résine ou huile) qui le fixe et le renforce.

Les boîtiers recouvrant les cadrans ont été moulés en une pièce. Différentes pièces d'isolation, de maintien de câbles, de fusibles, de bobines, sont faites de matière plastique dure, moulée.

Les divers éléments d'isolation électrique, comme les plaques en matière composite, ont été moulés ou découpés dans un bloc.

Le marquage des informations sur le cadran, les aiguilles, ainsi que divers éléments à l'intérieur, sont peints.

### Origine, fonction, usage :

L'entreprise Oscilloquartz est connue.<sup>246</sup> Le travail des historiens a permis d'en retracer l'évolution depuis son origine.

L'horloge a été vaguement datée par le musée, qui mentionne la date de 1950 sur son étiquette d'exposition.

Comme il s'agit d'une horloge à quartz, cet objet servait comme instrument scientifique à donner l'heure précise dans un laboratoire pour la détermination de l'heure.

Nous ne savons pas avec précision à quelle date l'horloge a été versée à la collection du MIH. Il semblerait que l'horloge ait été reçue par le MIH en 1976 lors d'une exposition temporaire sur les horloges électriques. Nous n'avons pas de fiche d'inventaire concernant cet objet.

Depuis son arrivée au musée, à cette occasion, l'horloge est présentée dans l'exposition permanente du musée.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

Cette horloge comporte différentes parties comprenant des matières plastiques. Elles peuvent être regroupées en six catégories distinctes : les câbles, les isolants d'éléments électriques, les éléments électriques eux-mêmes, les revêtements, les boîtiers, et les imitations de verre.

### **Boîtiers**

Des boîtiers de cadrans sont visibles sur la partie recto de l'horloge. Ils sont faits de matière plastique noire, teintée dans la masse, dure et moulée (*voir photos n° 9.23-9.24*).

### **Isolants d'éléments électriques**

#### **Câbles**

On observe, ici, différents types de câbles :

- Câbles simples, de plusieurs tailles, en matière plastique de diverses couleurs (bleu, vert, rouge, jaune, noir, gris), teintée dans la masse
  - câble de commande/d'alimentation, large, gris, rigide (*voir photo n° 9.16*)
  - câbles simples, rigides (à l'intérieur, structure rigide) (*voir photos n° 9.5, 9.7, 9.10, 9.18-9.19*)
  - câbles simples différentes couleurs (beige, bruns, jaunes, blancs, argentés, rouges, verts et orange), constitués d'un textile imprégné, encore plus rigide que les autres câbles simples (*voir photos n° 9.20-9.22*)
- Câbles doubles, en matière plastique noire, teintée dans la masse, semi-rigides (*voir photo n° 9.4*)
- Gaines en matière plastique grise ou noire, teintée dans la masse, souples, regroupant des câbles simples ou doubles (*voir photos n° 9.17-18*)
- Tuyau rétractant, en matière plastique bleue, teintée dans la masse, souples (*voir photo n° 9.5*)
- Manchons en matières plastique souple (manchons gris) ou dure (manchons bleus, jaunes, rouges et noirs) (*voir photo n° 9.18*)

---

246 Aguillaume, Rapport VSH1, p.56-57.

- Protections de câbles, sous la forme de rondelles noires, teintées dans la masse, dures (*voir photo n° 9.18*)

## Isolation des éléments électriques

L'isolation des éléments électriques est procurée par différents types de pièces : des prises, des blocs et des plaques.

- Prises
  - Prise multiple (câble de commande), noire, rigide (*voir photo n° 9.16*)
  - Simples prises (au niveau du trou de prise), à savoir, ici, rondelles noire, rouge, bleue et jaune) (*voir photos n° 9.3, 9.8*)
  - Domino noir unique : mi-rigide, marques de découpage (*voir photo n° 9.4*)
- Blocs en matière composite (mélange de fibres et de matière plastique) brune, teintée dans la masse, durs (*voir photo n° 9.9*)
- Blocs en matière plastique noire ou marbrée brun-noir, dure (*voir photos n° 9.20-9.22*)
- Plaques (ponts) en matière composite, brune, teintée dans la masse, dures, montrant des marques de découpage (*voir photos n° 9.18, 9.21*)
- Plaques inférieures identiques (*voir photo n° 9.9*)
- Base des éléments, servant à isoler de la partie métallique, en matière composite brune, teintée dans la masse et dure, ou en matière plastique noire, teintée dans la masse et dure (*voir photo n° 9.9*)
- Perles en matière plastique blanche, teintée dans la masse, dure pour remplacer un câble rigide (*voir photo n° 9.7*)

## Éléments électriques

Les éléments électriques à part entière, comme les bobines ou petites pièces internes, sont faites de matière plastique noire, teintée dans la masse, dure et moulée (*voir photos n° 9.9, 9.14-9.15, 9.17*). Certaines pièces ont des inscriptions en relief.

Des résistances, elles, sont en matière plastique blanc-beige, dure.

On observe un domino en matière plastique blanche, teintée dans la masse, moulée et dure, ainsi qu'un domino en matière plastique noire (*voir photo n° 9.7*).

### Imitation du verre

Des écrans de cadrans sont en matière plastique transparente, dure. Cette matière remplace le verre dans cette utilisation (*voir photos n° 9.23-24*).

## 2-3- Altérations des plastiques

### Boîtiers

Des fissures et des cassures sont parfois visibles sur certains boîtiers, en plus d'une fine couche de poussière (*voir photo n° 9.24*).

## **Isolants d'éléments électriques**

### **Câbles**

Dans l'ensemble, les câbles sont recouverts d'une fine couche de poussière.

Certains d'entre eux, à savoir le câble d'alimentation gris, le tuyau rétractant, les gaines grises et les manchons, sont tachés (*voir photo n° 9.14*). Ils sont également décolorés, comme c'est le cas aussi des câbles simples rigides ou constitués de textile imprégnés. Les câbles constitués d'un textile imprégné montrent un jaunissement généralisé (*voir photos n° 9.21-23*). Une sorte de croûte grise, dure, se trouve sur le câble d'alimentation.

Les câbles simples, rigides, comportent des fissures et des cassures. Le câble bleu du premier bloc supérieur, près du domino blanc, est cassé sur tout son pourtour. La partie est donc détachée, mais elle est toutefois restée sur le même câble (*voir photo n° 9.7*).

On remarque que plusieurs types de câbles ont perdu leur flexibilité et ont durci. Il s'agit des câbles doubles, du tuyau rétractant, des gaines grises et des protections de câbles.

Ponctuellement, on observe que la matière plastique des câbles simples est brûlée dans la zone proche des soudures et des joints. Elle s'est parfois déformée dans ces zones, et a parfois fondu, comme c'est le cas sur les gaines grises et noires.

### **Isolation des éléments électriques**

Comme pour les câbles, toutes les pièces d'isolation sont recouvertes d'un film de poussière.

Des taches et une minime décoloration sont visibles sur les prises simples. Des dépôts de soudure ou de la matière de soudure, voire un agent oxydant (présent souvent dans la matière de soudure), sont retrouvés sur les blocs en matière composite.

Un durcissement est remarqué au niveau du câble d'alimentation et du domino noir.

Les plaques de ponts sont parfois légèrement déformées.

### **Eléments électriques**

Seule de la poussière a été remarquée sur ces éléments.

## **Imitation du verre**

De la poussière recouvre les imitations de verre. Ce plastique montre une légère opacification et des microfissures (*voir photos n° 9.23-24*).







### 3- Diagnostic

Globalement, l'horloge est en bon état.

Du fait de son immobilité dans la salle d'exposition, de la poussière s'est déposée en surface, autant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

La matière plastique composant les câbles a décoloré et a perdu de sa flexibilité. Cela est dû à la dégradation de la matière elle-même. Les câbles sont souvent faits de polychlorure de vinyle (PVC). Aucune identification n'a été effectuée dans le cadre de cet objet. La cause de ces altérations est vraisemblablement la perte de plastifiants.<sup>247</sup> Par définition, ils permettent, si en quantité suffisante dans la matière plastique, de garantir la flexibilité et la souplesse du matériau.<sup>248 249</sup> Leur perte réduit donc les propriétés intrinsèques du plastique, et peut également modifier la surface du matériau. Si les chaînes moléculaires sont cassées ou réticulées, le matériau peut devenir plus fragile. La chaleur ou la pression peuvent également intervenir dans les déformations.<sup>250</sup>

La soudure nécessaire à la fixation de câbles aux éléments électriques a localement endommagé la matière plastique composant les câbles. Ils se sont déformés, ont parfois fondu, voire ont été brûlés, mais aussi ont été recouverts de matériel à souder. Une augmentation de la température dans le voisinage direct de la matière plastique la fait se ramollir, puis fondre. Cela a aussi été le cas de certains blocs en matière composite.

La déformation des plaques en matière composite a été engendrée par les tensions et les contraintes qu'elles subissent du fait de la fixation de divers éléments.

### 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage de la surface est nécessaire. Il peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon antistatique.

Par mesure de sécurité, le solvant à préférer pour le nettoyage des plastiques en bon état est l'eau, éventuellement additionnée de détergent.<sup>251</sup> Un autre solvant peut être utilisé, mais des tests de compatibilité doivent être préalablement entrepris. Un rinçage est incontournable et le séchage doit se faire au plus vite. Si la matière plastique est dégradée, on préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par principe, on testera le solvant ou l'eau dans une zone cachée afin de déterminer le solvant le plus adapté. Ce test devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>252</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>253</sup>

---

247 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

248 Wilson, 1995, p.1.

249 Williams, 2005.

250 Quye and Keneghan, 1999, p.118.

251 Morgan, 1999.

252 Fenn, 1991.

253 Blank, 1988.

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

## HORLOGE FAVAG

### 1- Fiche d'inventaire

 <p>© HEAA ARC TSC/AVU</p>	<p><b>Horloge Favag</b> <sup>254</sup></p>
	<p>N° d'inventaire MIH : <i>IV 591</i>            Datation : 1960            Origine : Suisse            Date d'acquisition : -            Acquisition : don            Localisation : dépôt MIH            Etat de conservation : bon            Restauration : sans</p>
	<p>Description technique : Horloge-mère à régulation mécanique (pendule) à alimentation électrique externe.            Mesures : 28 x 65 cm            Matériaux : matières plastiques, métal, bois, verre, textile, résine, peinture, papier</p>
	<p>N° photos : 10.1 à 10.15            N° pages VSH1-1 : p. 56-57            N° pages VT2 : -</p>

#### **Identification**

Aucune analyse d'identification n'a été effectuée, car aucun échantillon n'a pu être prélevé. L'horloge n'a pas pu être démontée pour les fins de ce projet.

## 2- Constat d'altérations

### 2-1- Aspects technologiques

Cet objet est une horloge-mère de marque Favag.

Informations techniques :

254 Aguilhaume, Rapport VSH1-1, p.56.

L'objet héberge deux mécanismes :

- L'horloge-mère : une pendule de précision avec entraînement électrique direct du pendule. Elle permet de commander à l'aide d'impulses électriques d'autres appareils (voir schéma électrique, cf. photo 12.15).
- L'horloge secondaire : un mouvement mécanique à moteur électrique qui reçoit une fois par minute une impulsion de l'horloge-mère. L'impulsion est transformée en mouvement et transmise par le rouage aux aiguilles indiquant l'heure exacte.

#### Matériaux :

Une première observation permet de déterminer les différents matériaux utilisés dans cet objet. On peut dire que de la matière plastique est présente à l'intérieur de l'horloge, dans le mécanisme, mais également comme protection d'un schéma de fonctionnement en papier.

La partie externe de l'horloge est un cabinet en bois, avec une fenêtre en verre. Étant donné qu'il s'agit d'une pièce horlogère, l'intérieur de l'horloge, son mécanisme, est en majeure partie composé de métal.

*Identification des matériaux :* Aucune identification de matière plastique n'a été effectuée.

#### Forme, décors, conception :

Les différents câbles sont faits soit d'un fil de cuivre recouvert d'une sorte de gaine de matière plastique flexible, soit de fils ou d'un textile imprégné d'une matière (résine ou huile) qui le fixe et le renforce.

Le boîtier à fusible a été moulé en une pièce. On remarque que la marque du fabricant (« GH » ?) a été prévue dans le moule pour la faire ressortir en relief. Différentes pièces d'isolation, de maintien de câbles, de fusibles, sont faites de matière plastique dure, moulée.

Les divers éléments d'isolation électrique, comme les plaques en matière composite, ont été moulés ou découpés dans un bloc.

Le cadran, sur lequel tournent des aiguilles noires, est agrémenté d'un léger décor. Le marquage des minutes et heures sur le cadran, ainsi que les index sont peints.

La plaque de matière plastique recouvrant le schéma de fonctionnement de l'horloge a été coulée ou laminée, et devait vraisemblablement rester flexible.

#### Origine, fonction, usage :

L'entreprise qui l'a élaborée, Favag, Fabrique d'appareils électriques SA, est bien connue.<sup>255</sup> Le travail des historiens a permis d'en retracer l'évolution depuis son origine.

Toutefois, l'horloge n'a pas été datée précisément. Il est mentionné qu'elle date de 1960, mais cela doit être confirmé.

Comme il s'agit d'une horloge-mère, cet objet servait à commander d'autres appareils dans un réseau par impulsions électriques (klaxons, sonneries, appareils de timbrage à cartes et horloges secondaires).

---

255 Aguilhaume, Rapport VSH1-1, p.56-57.

Nous ne connaissons pas exactement la provenance de cet objet, ni quand il a été versé à la collection du MIH. Toutefois, nous savons que depuis son arrivée au musée, cet objet a été entreposé dans les dépôts du MIH.

## **2-2 Inventaire des parties en plastique**

Cette horloge comporte différentes parties comprenant des matières plastiques. Elles peuvent être regroupées en plusieurs catégories distinctes : les câbles, les isolants d'éléments électriques, les éléments électriques eux-mêmes, les revêtements, et les protections.

### **Boîtiers**

Dans cet objet, aucun boîtier extérieur en matière plastique n'est présent. Par contre, on observe un boîtier de fusible (en haut à gauche du mécanisme), en matière plastique noire, dure, peut-être en phénolformaldéhyde (bakélite ?) (*voir photo n° 10.3*).

### **Isolants d'éléments électriques**

#### **Câbles**

- Câbles simples, de plusieurs tailles, en matière plastique brillante de diverses couleurs (vert, jaune, bleu, brun-orangé), teintée dans la masse, flexible (*voir photos n° 10.2-10.9*)
- Câbles simples torsadés, en matière plastique de couleur jaune ou verte, teintée dans la masse, flexible (*voir photos n° 10.2, 10.8*)
- Câbles entourés de fils torsadés verts, puis d'une couche de matière plastique verte non totalement opaque (on voit les fils « blancs » à travers, malgré cette couche de matière), flexible (*voir photo n° 10.14*)
- Câbles entourés de fils torsadés (« soie » ou autre matériau de couleur verte, rouge, jaune, bleue, brun-orangé, blanche, avec torsades brun-orangé/rouges/vertes, verts avec torsades rouges), avec liant ( ? ) et, en tout cas, une couche transparente et brillante en surface, flexible (*voir photos n° 10.6-10.7*)
- « Gaine » de câbles en bandes de tissu blanc ou gris-brun torsadées autour des câbles, avec liant, flexible (*voir photos n° 10.8-10.9*)
- Câbles entourés de fils torsadés (« soie » verte), sans liant, flexible (*voir photos n° 10.8-10.9*)

#### **Isolants d'éléments électriques**

- Domino en matière plastique noire, teintée dans la masse, brillante, plus ou moins dure, moulée (*voir photos n° 10.2-10.3, 10.5*)
- 4 plaques en matière composite, brun-rouge, moulées (on voit le poinçon de la marque), dont 1 pont de distribution (haut à gauche de grande roue) (*voir photo n° 10.3*) et 3 ponts de fixation (pour interrupteur du pendule, à droite, sous la grande roue, plaque fixée sur le fond (*voir photo n° 10.12*) + en bas, à droite des bobines, pour bobines du pendule (*voir photo n° 10.14*) + sur la porte : pour alimentation du mouvement secondaire) (*voir photo n° 10.13*)
- 2 rondelles de protection des câbles (protègent les câbles de la partie métallique, pour éviter les coupures, les griffures) en matière plastique noire, teintée dans la masse, dures, en haut à gauche, au-dessus du domino (*voir photo n° 10.3*)

## **Eléments électriques**

- Plaques en matière composite, brun-rouge, dures, dans les interrupteurs, dans 6 modules (*voir photos n° 10.6-10.9*) : la commande des jours, la commande des heures, la commande des minutes, la commande des horloges secondaires, la commande du pendule et l'interrupteur principal
- Cylindres courts en matière plastique blanche, teintée dans la masse, durs (*voir photo n° 10.10*)
- 4 supports de fusibles (en haut à droite), dur, noirs, en bakélite (?) (*voir photos n° 10.6-10.7*)
- 2 boutons de levier (*voir photos n° 10.6-10.11*)
- Isolation des bobines, sur la porte, en matière plastique brune, brillante, dure (*voir photos n° 10.13-10.14*)
- Isolation d'un élément inconnu (peut-être bobine ?) à droite en retournant la grande roue (= derrière la partie gauche de la roue), en matière plastique brun-noir, teintée dans la masse, brillante, dure
- 3 cames de commandes (cylindres noirs) sur l'étoile de commande des jours, en matière plastique noire, dure, découpée (*voir photo n° 10.10*)

## **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent.

## **Divers**

- Divers revêtements : résine utilisée pour imprégner le textile utilisé sur les bobines du fond, peinture grise sur le fond de la caisse, peinture noire sur la barre, peinture grise sur la plaque de fixation pour le mouvement secondaire, peinture noire pour les aiguilles, les index, la marque (donc pour le cadran) (*voir photos n° 10.2-10.8*)
- Protection pour le schéma fonctionnel, sur la porte, en matière plastique transparente, flexible (*voir photos n° 10.13, 10.15*)

## **2-3- Altérations des plastiques**

L'objet entier est recouvert d'une fine couche de poussière, que ce soit sur la surface extérieure ou à l'intérieur du cabinet.

## **Boîtiers**

Le boîtier à fusibles est légèrement rayé en surface. (*voir photo n° 10.3*)

Des microcraquelures, sur sa surface intérieure partent de son centre et vont vers l'extérieur en formant des cercles (comme les rayons du soleil).

## **Isolants d'éléments électriques**

### **Câbles**

Tous les câbles sont recouverts d'une fine pellicule de poussière. Certains portent de petites taches, d'autres ont des dépôts blancs au niveau des extrémités proches des soudures.

On observe une exsudation de matière sur les câbles verts du fonds et, dans une moindre mesure, des câbles brun-orangé, rendant leur surface poisseuse. (*voir photo n° 10.14*)

Un jaunissement est observé sur la plupart des câbles, qu'ils soient en matière plastique, ou faits de fils torsadés ou de bandelettes de tissus maintenus par un liant (*voir photos n° 10.4-10.9*). On remarque parfois une décoloration du plastique, dans le cas des câbles brun-orangé, par exemple. Une coloration brun-gris, par contre, est constatée au niveau des gaines en tissu.

Tous les câbles ont subi une certaine rigidification. Cela a entraîné une déformation permanente de quelques uns d'entre eux, surtout dans les angles, au niveau des torsions des câbles (*voir photos n° 10.3, 10.8, 10.14*). La matière plastique, dans des zones où les câbles forment des angles, montre un blanchiment par stries sur la partie intérieure des angles. Il semblerait qu'il y ait également décollement de la matière plastique.

Certains câbles, surtout les câbles torsadés ou entourés de fils torsadés, sont fondus ou brûlés, dans les zones proches des soudures (*voir photos n° 10.7, 10.14*). Les câbles simples de couleurs sont parfois déformés, du fait d'une fonte partielle du plastique, toujours dans les zones proches des soudures. D'autres montrent des marques de coupure.

Les bandes de tissu formant les gaines se détachent de manière minime aux extrémités.

### **Isolants d'éléments électriques**

Tous les isolants d'éléments électriques sont recouverts d'une fine pellicule de poussière.

Au niveau du domino noir, deux de ses quatre « cheminées » (où sont fixées les vis) sont cassées et lacunaires (*voir photo n° 10.4*): on en voit l'intérieur de la matière, assez granuleuse, grisâtre. Une de ces « cheminées » est fissurée. Le morceau attenant peut partir avec le moindre choc.

L'ensemble du domino a perdu de sa brillance et montre un certain blanchiment de surface (ou ternis-sure), en plus d'avoir durci.

Les plaques en matière composite montrent des marques de fabrication (limage ou traces linéaires, comme s'il y avait eu application au pinceau d'un agent de démoulage dans le moule, et que la surface n'est pas homogène, pas lisse, donc la matière est rentrée dans les stries, ce qui donne un aspect de rayures, mais ce sont en fait des reliefs dus au moulage) ou de découpage. Des surplus ou défauts de moulage sont visibles sur les tranches. De fines craquelures sur certaines tranches, et quelques marques d'usure (abrasion localisée) le long de certaines tranches, sont observées sur plaque de la porte. Un dépôt de matériel de soudure y est également visible.

Les rondelles de protection noires ont durci et sont devenues cassantes.

### **Éléments électriques**

Tous les éléments électriques sont recouverts d'une fine pellicule de poussière.

Les cylindres blancs ont globalement faiblement jaunis. Ils portent également quelques taches (*voir photo n° 10.10*). Par contre, les supports de fusibles, les boutons de levier et l'isolation d'élément inconnu ont légèrement blanchi (*voir photo n° 10.6*).

Tous ces éléments, sauf les plaques en matière composite, les cylindres blancs et les cames de commande, montrent des rayures en surface ou des griffures. Des enfoncements et des marques de découpage sont observés sur les isolations de bobines. Les supports de fusibles, eux, ont subi une légère déformation.

Des dépôts de matière de soudure sont visibles sur la plaque d'isolation sous la grande roue.

Des fibres sortent au niveau des bords des plaques en matière composite

### **Imitation du verre**

Dans cet objet, aucun élément d'imitation du verre en matière plastique n'est présent, par conséquent, aucune altération n'est à observer.

### **Divers**

La feuille de plastique servant de protection pour le schéma fonctionnel est recouverte de poussière et rayée en surface.

Elle a significativement jauni et durci. Du fait de son durcissement, des cassures et fissures sont apparues. Des déformations permanentes en résultent également, comme des enfoncements dus aux fixations (*voir photo n° 10.15*).





### 3- Diagnostic

Du fait du dépôt de cette horloge au musée, une fine couche de poussière s'est déposée.

Avec le temps, la matière plastique composant les câbles s'est dégradée. Elle a jauni ou s'est décolorée, et a rigidifié, entraînant parfois des déformations permanentes. Les câbles sont souvent faits de polychlorure de vinyle (PVC). Certains câbles ont vu leur surface devenir poisseuse, vraisemblablement du fait de la migration en surface des plastifiants introduits dans la matière plastique lors de sa fabrication. Aucune identification n'a été effectuée dans le cadre de cet objet. La cause de ces altérations est vraisemblablement la perte de plastifiants.<sup>256</sup> Par définition, ils permettent, si en quantité suffisante dans la matière plastique, de garantir la flexibilité et la souplesse du matériau.<sup>257 258</sup> Leur perte réduit donc les propriétés intrinsèques du plastique, et peut également modifier la surface du matériau. Si les chaînes moléculaires sont cassées ou réticulées, le matériau peut devenir plus fragile. La chaleur ou la pression peuvent également intervenir dans les déformations.<sup>259</sup>

La soudure nécessaire à la fixation de câbles aux éléments électriques a localement endommagé la matière plastique composant les câbles. Ils ont parfois fondu, mais aussi ont été recouverts de matériel à souder.

D'autres pièces, à savoir les cylindres blancs, montrent également les mêmes signes de dégradation que les câbles. Leur matière plastique s'est altérée, probablement à cause de la lumière. Comme leur composition n'est pas connue, nous ne pouvons expliquer ce phénomène.

L'ensemble du domino a perdu de sa brillance et montre un certain blanchiment de surface (ou ternissure), en plus d'avoir durci. Le durcissement est vraisemblablement dû à la perte de plastifiants.<sup>260</sup> Leur perte réduit donc les propriétés intrinsèques du plastique. Sans connaître la composition du plastique, il n'est pas possible d'en dire plus sur les causes du blanchiment de surface. La dégradation de la matière plastique composant le boîtier de fusible noir, ainsi que d'éventuels impacts, et une certaine tension, a entraîné la microfissuration de la matière.

Le fonctionnement de l'horloge et son entretien (révision, réglages) ont laissé des marques. Une usure est visible sur différentes pièces, de par les éraflures de surface, dues aux frottements, aux impacts, ou des fibres se détachant des matières composites. La fixation de vis a cassé ou fissuré la matière composant le domino ou la plaque de protection du schéma.

### 4- Proposition de traitement

Un dépoussiérage de la surface est nécessaire. Il peut se faire à l'aide d'un pinceau ou d'un chiffon antistatique. Un nettoyage de certains éléments est envisageable.

---

256 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

257 Wilson, 1995, p.1.

258 Williams, 2005.

259 Quye and Keneghan, 1999, p.118.

260 Quye and Keneghan, 1999, p.113, p.118.

Par mesure de sécurité, le solvant à préférer pour le nettoyage des plastiques en bon état est l'eau, éventuellement additionnée de détergent.<sup>261</sup> Un autre solvant peut être utilisé, mais des tests de compatibilité doivent être préalablement entrepris. Un rinçage est incontournable et le séchage doit se faire au plus vite. Si la matière plastique est dégradée, on préférera donc un nettoyage à sec et mécanique, à l'aide de pinceau, coton-badigeon ou chiffon antistatique. Par principe, on testera le solvant ou l'eau dans une zone cachée afin de déterminer le solvant le plus adapté. Ce test devrait être fait à l'avance, car l'effet visible de dégradation du plastique par l'utilisation d'un solvant peut survenir dans un laps de temps de plusieurs semaines.<sup>262</sup> Cela est dû au fait qu'un solvant peut nécessiter des mois pour s'évaporer de la matrice du polymère.<sup>263</sup>

Les recommandations de stockage ou d'exposition sont rassemblées dans le rapport VT4. Elles proposeront les conditions environnementales idéales pour la conservation à long terme des matières plastiques.

---

261 Morgan, 1999.

262 Fenn, 1991.

263 Blank, 1988.

## **Conclusion**

### **Etat de conservation des objets**

Après l'étude complète des objets du corpus, il est possible de dire que la plupart des matières plastiques rencontrées sont dans un état de conservation moyen à bon. En effet, nous n'avons pas rencontré de pièce dont la dégradation du plastique est avancée et dangereuse, pour l'objet lui-même ou pour la collection complète du Musée international d'horlogerie. Nous avons observé la plupart des signes révélateurs de dégradation, mais n'avons toutefois pas senti d'odeur particulière, ni vu d'exsudation ou de corrosion directement liée à la dégradation d'un plastique.

Cela nous fait dire que les objets collectés étaient dans un bon état de conservation. Cela a même été un critère de sélection. Cependant, même si un objet paraît sain, les altérations sont déjà entamées. Les signes n'en sont peut-être pas encore visibles, mais les processus suivent leur cours. Ce n'est qu'après un certain point que les signes deviennent observables. Donc, même si les plastiques présents dans les objets de ce corpus semblent en bon état, des mesures de conservation préventive sont fondamentales afin de ralentir les processus inévitables, dans un but de conservation à long terme des objets.

De plus, nous avons été étonnés de ne pas avoir identifié de bakélite, car nous savons qu'elle aurait pu être utilisée si l'on se réfère à la chronologie et au type d'application courante de ce plastique. Il est en effet entré dans la fabrication des boîtiers d'horloges, dès les années 1930 environ.

### **Spécificités liées à l'horlogerie**

Le présent projet n'a permis de tirer que peu de conclusions quant au rapport entre l'utilisation des plastiques en horlogerie et l'influence de ce type d'utilisation sur la dégradation des plastiques identifiés. Nous avons prêté une attention particulière à l'éventuel impact des lubrifiants utilisés dans les mécanismes, de l'utilisation de plastique comme élément constitutif du mécanisme, de la présence d'électricité dans certaines horloges, des tensions induites par le sertissage des verres de montre, et du port d'une montre à un poignet.

Nous avons ainsi pu confirmer que le mode de fixation du verre sur une montre a un impact évident sur la dégradation du plastique le constituant. Le sertissage impliquant la mise sous tension du verre avant sa pose est grandement responsable des microfissures, puis de la cassure, du verre.

L'utilisation du plastique pour des éléments électriques a aussi entraîné des dégradations typiques, avant tout la fusion et la déformation du plastique par une élévation de la température, induite par la soudure des câbles ou des échauffements de circuits.

Le fait de porter régulièrement une montre à son poignet cause des altérations particulières liées à l'usure, mais aussi aux conditions environnementales, ces dernières pouvant être la sueur de la peau du porteur ou des facteurs atmosphériques. Ces agents altèrent la matière plastique même par des réactions chimiques particulières.

Nous pouvons ainsi avancer que quelques dégradations des plastiques sont plus ou moins spécifiques aux objets horlogers, mais nous devrions préciser qu'elles sont spécifiques à des objets électrifiés et à ces objets exposés à des conditions environnementales particulières.

Pour mieux évaluer l'impact de l'utilisation en horlogerie des plastiques, il serait intéressant de donner une suite au présent projet, à la condition d'étudier un plus grand panel d'objets, qui montreront éga-

lement d'autres types de dégradations et qui seront globalement dans un état de conservation moins bon. Une collaboration avec le MIH, mais surtout avec d'autres musées, voire des collectionneurs privés. Pourrait ainsi être envisagée.

### **Connaissances en matière de conservation des plastiques**

Dans le cadre du projet, une recherche de documentation et de renseignements à propos des plastiques et de leur conservation a été fondamentale. A la suite de cela, on peut affirmer que la conservation du plastique devient une problématique importante. On note malgré tout un manque d'informations disponibles sur la conservation-restauration, donc les traitements applicables sur les objets en plastique. Peu d'études systématiques sur ces sujets ont été entreprises en comparaison avec celles sur la dégradation des matières plastiques. Il n'existe pas non plus de lignes directrices à propos de la conservation des plastiques à ce jour. Un ouvrage<sup>264</sup> en préparation palliera ces lacunes, car il contiendra une approche systématique sur la conservation du plastique. L'avantage en sera une documentation photographique des dégradations et un compte-rendu de ce qui a été entrepris dans le domaine des plastiques et des connaissances actuelles, mises à jour sur les plastiques. Cet ouvrage sera très complet et richement illustré.

Du fait que de rares résultats de recherches concernant les traitements possibles ne sont diffusés, les traitements de conservation sont rendus plus ardues. Il semblerait donc que la conservation préventive soit la plus adéquate et la plus sûre pour le moment. Dans ce domaine, des traitements pour éliminer les polluants dans l'environnement de l'objet ou des substances se dégageant des plastiques eux-mêmes (Ageless®, Zéolite®, extracteurs) sont de plus en plus connus. Ils représentent les premières mesures plus directes à appliquer en cas de forte dégradation des matières plastiques.

### **Les collections du Musée international d'horlogerie**

Lors de nos visites au musée, nous nous sommes rendu compte qu'il manquait une systématique d'inventaire des objets stockés. La plupart des objets que nous avons sélectionnés n'ont pas de numéro, ni de fiche d'inventaire. Par conséquent, un premier travail d'inventorisation est fondamental. Il permettra, par la même occasion, de mettre en évidence les matières plastiques dans cette collection. Il serait également judicieux de recueillir le plus d'informations possibles sur les objets, leur provenance, leur vécu. Ces informations aident grandement à l'étude des objets, plus précisément à la compréhension de leur altération.

Afin d'éviter tout risque d'altération des objets horlogers stockés dans les dépôts du musée, nous conseillons une inspection globale de toute la collection, afin d'identifier les dégradations liées à la présence de matières plastiques et leurs répercussions sur la conservation du plastique et des autres matériaux présents.

### **Perspectives de recherches futures**

Comme nous l'avons souligné à plusieurs reprises, peu de connaissances sur les traitements possibles sur les objets en plastique sont disponibles. Par conséquent, des projets de recherche sur ce sujet sont fondamentaux.

---

264 L'ouvrage d'Yvonne Shashoua, 'Conservation of Plastics', sera publié par Butterworths dans le courant 2008.

Des recommandations pour la conservation des matières plastiques doivent être rédigées afin de permettre une meilleure conservation des objets, qu'elle soit active ou passive. Cela est d'autant plus nécessaire que la propension de ces matériaux à la dégradation dans des conditions inadéquates est parfois mal évaluée. Ces recommandations devront aussi inclure les méthodes et matériaux à utiliser pour le stockage et l'exposition d'objets. <sup>265</sup>

Du fait que les plastiques ont pris une part grandissante dans notre vie quotidienne, nous nous exposons à des questions de plus en plus nombreuses les concernant. Il est donc important de sensibiliser les multiples acteurs de la conservation patrimoniale aux problématiques liées aux plastiques.

## **Lexique**

Les mots suivants sont traduits en anglais, afin de faciliter les recherches de documentation, très souvent disponibles en anglais.

Boursoufflures, cloques	: <i>blistering</i>
Efflorescences	: <i>bloom</i>
Fragilité	: <i>brittleness</i>
Fissuration	: <i>cracking</i>
Fendillement	: <i>crazing</i>
Emiettage	: <i>crumbling</i>
Délamination	: <i>de-lamination</i>
Décoloration	: <i>discolouration</i>
Effilochage	: <i>fraying</i>
Déformation	: <i>warping</i>
Exsudation	: <i>weeping</i>
Odeurs	: <i>odours</i>

## **Bibliographie**

Blank, Sharon. An introduction to plastics and rubbers in collections. In *Studies in Conservation*, 1990, 35, p.53-63.

Blank, Sharon. Practical answers to plastic problems. In *Modern Organic Materials Meeting, Preprints of contribution to, 14-15 April 1988*. Scottish Society for Conservation & Restoration, Edimburgh, 1988, p. 11-121.

Caring for Plastics & Other Polymers. In *Plastics Historical Society*. [En ligne]. [Page consultée en janvier 2007]. Disponibilité et accès : [www.plastiquarian.com](http://www.plastiquarian.com)

Crighton, J. S. Degradation of polymeric materials. In *Modern Organic Materials Meeting, Preprints of contribution to, 14-15 April 1988*. Scottish Society for Conservation & Restoration, Edimburgh, 1988, p. 11-20.

---

<sup>265</sup> Morgan, 1994.

Derrick, M. *et al.* Deterioration of cellulose nitrate sculptures made by Gabo and Pevsner. In *Saving the Twentieth Century: The conservation of modern materials : Proceedings of a conference, Ottawa, Canada, 15 to 20 September 1991 = Sauvegarder le XXe siècle : la conservation des matériaux modernes*, David W. Grattan (ed.). Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1993, p. 169-182.

Die Thorens-Geschichte – 1883 bis 1991. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponibilité et accès : <http://www.thorens-info.de/html/thorens-zeittafel.html>

Ezrin, Myer. *Plastics Failure Guide, Cause and Prevention*. Hanser Publisher, Munich, 1996.

Fenn, Julia. Labelling plastic artefacts. In *Saving the Twentieth Century: The conservation of modern materials : Proceedings of a conference, Ottawa, Canada, 15 to 20 September 1991 = Sauvegarder le XXe siècle : la conservation des matériaux modernes*, David W. Grattan (ed.). Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1993, p. 341-350.

Hamilton, Donny L. *Methods of conserving archaeological material from underwater sites*. [En ligne]. Revision Number 1, January 1999. [Page consultée en septembre 2007]. Disponibilité et accès : <http://nautarch.tamu.edu/class/anth605/File2.htm>

Horie, C. V. *Materials for conservation*. First edition 1987. Butterworth-Heinemann, Oxford, 1996.

Lang, Shayne. Casein plastic: history, chemistry and manufacture. In *Modern Materials – Modern Problems, Postprints of the Conference organised by the UKIC Furniture Section, Held at the Conservation Centre NMGM Liverpool, 17 April 1999*. The United Kingdom Institute For Conservation of Historic and Artistic Works, London, 1999, p. 7-12.

Lorne, Aleth. The poly(methyl methacrylate) objects in the collection of The Netherlands Institute for Cultural Heritage. In *12<sup>th</sup> Triennial Meeting Lyon, 29 August- 3 September 1999, Preprints Volume III*. ICOM Committee for Conservation. James & James Ltd, London, 1999, p. 871-880.

Mechanical razors. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponible et accès : <http://homepage.ntlworld.com/paul.linnell/sso/razorsmech.html>

Morgan, John. *Conservation of plastics, An introduction to their history, manufacture, deterioration, identification and care*. Plastics Historical Society. The Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission, 1991.

Morgan, John. Part 1: Caring for plastics at home. In *Plastics, Collecting and conserving*. Anita Quye and Colin Williamson (ed.). NMS Publishing Limited, Edimburgh, 1999, p. 85-91.

Morgan, John. Survey of Plastics in Historical Collections. [En ligne]. The Plastic Historical Society and The Conservation Unit of the Museums & Galleries Commission. 1994. [Page consultée en septembre 2007]. Disponibilité et accès sur : <http://www.plastiquarian.com/survey/survey.htm>

Musée international d'horlogerie. L'horloge monumentale de Daniel Vachey. [En ligne]. [Page consultée en janvier 2007]. Disponibilité et accès : [http://www.mih.ch/crh/CRH\\_sponsoring.htm](http://www.mih.ch/crh/CRH_sponsoring.htm)

Pagliarino, Amanda and Shashoua, Yvonne. Part 2: Caring for plastics in museums, galleries and archives. In *Plastics, Collecting and conserving*. Anita Quye and Colin Williamson (ed.). NMS Publishing Limited, Edimburgh, 1999, p. 91-110.

Portescap Secticon. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponibilité et accès : <http://cfi.ebay.co.uk>

Quye, Anita and Keneghan, Brenda. Degradation. In *Plastics, Collecting and conserving*. Anita Quye and Colin Williamson (ed.). NMS Publishing Limited, Edimburgh, 1999, p. 111-135.

Rabek, F. *Mechanisms of Photophysical Process and Photochemical Reactions in Polymers. Theory and Application*. Wiley, Chichester, 1987.

Ramel, Sylvie. *Introduction aux matières plastiques*. Cours donné à la Heaa Arc, La Chaux-de-Fonds, 2006, non publié.

Reilly, Julie A. Celluloid objects: their chemistry and preservation. In *JAIC Journal of the American Institute for Conservation*. [En ligne]. 1991, Volume 30, Number 2, Article 3, pp. 145-162. [Page consultée en septembre 2007]. Disponibilité et accès : *JAIC Online*, [http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic30-02-003\\_3.html](http://aic.stanford.edu/jaic/articles/jaic30-02-003_3.html).

Retro 1950/60s Smiths kitchen timer. [En ligne]. [Page consultée en juin 2007]. Disponibilité et accès :

<http://cgi.ebay.co.uk/ws/eBayISAPI.dll?ViewItem&item=250143601041&fromMakeTrack=true&ssPageName=VIP:watchlink:middle:uk>

Sale, Don. An evaluation of eleven adhesives for repairing poly(methyl methacrylate) objects and sculpture. In *Saving the Twentieth Century: The conservation of modern materials : Proceedings of a conference, Ottawa, Canada, 15 to 20 September 1991 = Sauvegarder le XXe siècle : la conservation des matériaux modernes*. David W. Grattan (ed.). Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1993, p. 325-339.

Sale, Don. The effect of solvents on four plastics found in museum collections: a treatment dilemma. In *Modern Organic Materials Meeting, Preprints of contribution to, 14-15 April 1988*. Scottish Society for Conservation & Restoration, Edinburgh, 1988, p. 105-114.

Shashoua, Yvonne. Plastics. In *Conservation Science Heritage Materials*. Eric May and Mark Jones (ed.). RSC Publishing, Cambridge, 2006, p. 184-210.

Smiths Synchronous. In *Barrie's Virtual Clock Museum*. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponibilité et accès : <http://www.clock-museum.co.uk/20c/f~ss.htm>

Smiths Timer. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponibilité et accès : <http://www.flickr.com/photos/maraid/161872230/in/set-72057594107894415/>

Stewart, Robbie *et al.* Degradation studies of cellulose nitrate plastics. In *From Marble to Chocolate, The Conservation of Modern Sculpture, Tate Gallery Conference, 18-20 September 1995*. Jackie Heuman (ed.). Archetype Publications Ltd, London, 1995, p. 93-97.

The Plastic Historical Society. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponibilité et accès : [www.plastiquarian.com](http://www.plastiquarian.com)

Thorens Catalog n° 45 of April 1953. [En ligne]. [Page consultée en février 2007]. Disponibilité et accès : <http://mmd.foxtail.com/Pictures/thorensCat45.html>

Trotignon, J.-P. *et al.* *Matières plastiques : Structures, propriétés, mise en œuvre, normalisation*. Ed. Nathan, Paris, 1996.

Van Oosten, Thea. Life Long Guaranteed: The Effect of Accelerated Ageing on Tupperware Objects Made of Polyethylene. In *11<sup>th</sup> Triennial Meeting, Edinburgh, Scotland, 1-6 September 1996, ICOM Committee for Conservation, Preprints Volume II*. James & James Ltd, London, 1996, p. 971-977.

Van Oosten, Thea. The degradation of 'early synthetic materials' incorporated in the accessories of a textile collection: cellulose nitrate, cellulose acetate, Galalith and Bakelite. In *International Perspectives on Textile Conservation, Papers from the ICOM-CC Textiles Working Group Meetings, Amsterdam 13-14 October 1994 and Budapest 11-15 September 1995*. Timár-Balázsy Ágnes and Eastop Dinah ed. Archetype Publications, London, 1998, p. 4-7.

Ward, Clare and Shashoua, Yvonne. Interventive conservation treatments for plastics and rubber artefacts at The British Museum. In *12<sup>th</sup> Triennial Meeting Lyon, 29 August- 3 September 1999, Preprints Volume III*. ICOM Committee for Conservation. James & James Ltd, London, 1999, p. 889-893.

Wiles, David M. Changes in Polymeric Materials with Time. In *Saving the Twentieth Century: The conservation of modern materials: Proceedings of a conference, Ottawa, Canada, 15 to 20 September 1991 = Sauvegarder le XXe siècle : la conservation des matériaux modernes*. David W. Grattan (ed.). Canadian Conservation Institute, Ottawa, 1993, p. 105-112.

Williams, R. Scott. Care of Plastics: Malignant plastics. In *WAAC Newsletter*. [En ligne]. January 2002, Volume 24, Number 1. [Page consultée en mai 2007]. Disponibilité et accès : <http://palimpsest.stanford.edu/waac/wn/wn24/wn24-1/wn24-102.htm>

Williams, R. Scott. Le PVC plastifié : à ne pas utiliser dans les musées. In Institut Canadien de Conservation. *L'ICC en action*. [En ligne]. 2005. [Page consultée en mai 2007]. Disponibilité et accès : [http://www.cci-icc.gc.ca/about-cci/ci-in-action/view-document\\_f.aspx?Document\\_ID=106](http://www.cci-icc.gc.ca/about-cci/ci-in-action/view-document_f.aspx?Document_ID=106)

Wilson, Alan S. *Plasticizers, Principles and Practice*. The Institute of Materials, London, 1995.

## **Annexes**

### **Dossiers photos**

Horloge de Vachey	: photos 1.1 à 1.92
Montre Omega	: photos 2.1 à 2.5
Montre Swatch	: photos 3.1 à 3.17
Réveil Junghans	: photos 4.1 à 4.19
Réveil Thorens	: photos 5.1 à 5.17
Minuteur de cuisine Smiths	: photos 6.1 à 6.22
Horloge Secticon	: photos 7.1 à 7.23
Horloge Favre	: photos 8.1 à 8.10
Horloge Oscilloquartz	: photos 9.1 à 9.24
Horloge Favag	: photos 10.1 à 10.15