

INTERNATIONAL  
STANDARD

**ISO**  
**10825**

NORME  
INTERNATIONALE

First edition  
Première édition  
1995-08-01

---

---

**Gears — Wear and damage to gear teeth —  
Terminology**

**Engrenages — Usure et défauts des dentures —  
Terminologie**



Reference number  
Numéro de référence  
ISO 10825:1995(E/F)

<b>Contents</b>	<b>Page</b>
Scope.....	1
<b>1</b> Indications of surface disturbances.....	<b>2</b>
<b>1.1</b> Sliding wear.....	<b>2</b>
<b>1.1.1</b> Normal wear (Running-in wear).....	<b>3</b>
<b>1.1.1.1</b> Moderate wear.....	<b>4</b>
<b>1.1.1.2</b> Polishing.....	<b>5</b>
<b>1.1.2</b> Abrasive wear.....	<b>6</b>
<b>1.1.3</b> Excessive wear.....	<b>8</b>
<b>1.1.4</b> Moderate scratching (Scoring).....	<b>9</b>
<b>1.1.5</b> Severe scratching.....	<b>10</b>
<b>1.1.6</b> Interference wear.....	<b>11</b>
<b>1.2</b> Corrosion.....	<b>12</b>
<b>1.2.1</b> Chemical corrosion.....	<b>12</b>
<b>1.2.2</b> Fretting corrosion.....	<b>13</b>
<b>1.2.3</b> Scaling.....	<b>14</b>
<b>1.3</b> Overheating.....	<b>15</b>
<b>1.4</b> Erosion.....	<b>16</b>
<b>1.4.1</b> Cavitation erosion.....	<b>16</b>
<b>1.4.2</b> Hydraulic erosion.....	<b>17</b>
<b>1.5</b> Electric erosion.....	<b>18</b>
<b>2</b> Scuffing.....	<b>20</b>
<b>3</b> Permanent deformations.....	<b>24</b>
<b>3.1</b> Indentation.....	<b>24</b>
<b>3.2</b> Plastic deformation.....	<b>25</b>

© ISO 1995

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher. / Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

International Organization for Standardization  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland

Printed in Switzerland / Imprimé en Suisse

3.2.1	Plastic deformation by rolling.....	26
3.2.2	Plastic deformation by tooth hammer .....	27
3.3	Rippling .....	28
3.4	Ridging .....	29
3.5	Burrs .....	30
4	Surface fatigue phenomena .....	31
4.1	Pitting.....	32
4.1.1	Initial pitting .....	33
4.1.2	Progressive pitting.....	34
4.1.3	Micropitting .....	35
4.2	Flake pitting .....	39
4.3	Spalling .....	40
4.4	Case crushing.....	41
5	Fissures and cracks .....	42
5.1	Hardening cracks (Quench cracks).....	44
5.2	Grinding cracks.....	45
5.3	Fatigue cracks.....	46
6	Tooth breakage.....	48
6.1	Overload breakage .....	48
6.1.1	Brittle fracture.....	49
6.1.2	Ductile fracture.....	49
6.1.3	Semi-brittle fracture .....	51
6.2	Tooth shear.....	52
6.3	Breakage after plastic deformation (Smearred fracture) .....	54
6.4	Fatigue breakage .....	56
6.4.1	Bending fatigue.....	56
6.4.2	Tooth end breakage .....	61

**Sommaire**

Page

	Domaine d'application .....	1
<b>1</b>	Phénomènes intéressant la surface des dents .....	<b>2</b>
<b>1.1</b>	Usure .....	<b>2</b>
<b>1.1.1</b>	Usure normale .....	<b>3</b>
<b>1.1.1.1</b>	Usure modérée .....	<b>4</b>
<b>1.1.1.2</b>	Poli miroir .....	<b>5</b>
<b>1.1.2</b>	Usure abrasive .....	<b>6</b>
<b>1.1.3</b>	Usure excessive .....	<b>8</b>
<b>1.1.4</b>	Rayures — Stries .....	<b>9</b>
<b>1.1.5</b>	Griffures .....	<b>10</b>
<b>1.1.6</b>	Usure par interférence .....	<b>11</b>
<b>1.2</b>	Corrosion .....	<b>12</b>
<b>1.2.1</b>	Corrosion chimique .....	<b>12</b>
<b>1.2.2</b>	Corrosion de contact .....	<b>13</b>
<b>1.2.3</b>	Pelage .....	<b>14</b>
<b>1.3</b>	Surchauffe .....	<b>15</b>
<b>1.4</b>	Érosion .....	<b>16</b>
<b>1.4.1</b>	Érosion par cavitation .....	<b>16</b>
<b>1.4.2</b>	Érosion par fluide sous pression .....	<b>17</b>
<b>1.5</b>	Piqûres par étincelage .....	<b>18</b>
<b>2</b>	Grippage .....	<b>20</b>
<b>3</b>	Déformations permanentes .....	<b>24</b>
<b>3.1</b>	Empreinte .....	<b>24</b>
<b>3.2</b>	Déformation plastique .....	<b>25</b>
<b>3.2.1</b>	Déformation plastique par roulement .....	<b>26</b>
<b>3.2.2</b>	Déformation plastique par martèlement .....	<b>27</b>
<b>3.3</b>	Traces de broutage .....	<b>28</b>
<b>3.4</b>	Sillons .....	<b>29</b>
<b>3.5</b>	Bavures .....	<b>30</b>
<b>4</b>	Phénomènes liés à la fatigue de surface .....	<b>31</b>
<b>4.1</b>	Piqûres .....	<b>32</b>
<b>4.1.1</b>	Piqûres naissantes .....	<b>33</b>
<b>4.1.2</b>	Piqûres évolutives .....	<b>34</b>
<b>4.1.3</b>	Micropiqûres .....	<b>35</b>

<b>4.2</b>	Piqûres en écailles .....	<b>39</b>
<b>4.3</b>	Écaillage .....	<b>40</b>
<b>4.4</b>	Dislocation .....	<b>41</b>
<b>5</b>	Fissures et criques .....	<b>42</b>
<b>5.1</b>	Tapure .....	<b>44</b>
<b>5.2</b>	Criques de rectification .....	<b>45</b>
<b>5.3</b>	Fissures de fatigue.....	<b>46</b>
<b>6</b>	Rupture de dent .....	<b>48</b>
<b>6.1</b>	Rupture par surcharge.....	<b>48</b>
<b>6.1.1</b>	Rupture fragile.....	<b>49</b>
<b>6.1.2</b>	Rupture ductile.....	<b>49</b>
<b>6.1.3</b>	Rupture semi-fragile.....	<b>51</b>
<b>6.2</b>	Cisaillement de dent.....	<b>52</b>
<b>6.3</b>	Rupture après déformation plastique .....	<b>54</b>
<b>6.4</b>	Rupture par fatigue.....	<b>56</b>
<b>6.4.1</b>	Fatigue de flexion .....	<b>56</b>
<b>6.4.2</b>	Rupture par surcharge d'extrémité de dent .....	<b>61</b>

## Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 10825 was prepared by Technical Committee ISO/TC 60, *Gears*, Subcommittee SC 1, *Nomenclature and wormgearing*.

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 10825 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 60, *Engrenages*, sous-comité SC 1, *Nomenclature et engrenages à vis*.

## Gears — Wear and damage to gear teeth — Terminology

### Scope

This International Standard defines terms used to describe the appearance of the visible surfaces of tooth flanks or the damage that can be observed on gears.

For each term, a clear concise description of the relevant gear-tooth surface is given, including mention of the significant features to be observed, which can facilitate identification of the type of condition indicated.

Each description of appearance constitutes a classification of a type of condition of a gear tooth or gear-tooth damage. Each description is accompanied by one or more illustrations to show differences which can exist with different gear tooth geometries. Comments are given with each illustration to facilitate the interpretation.

This International Standard specifies only the terminology which is intended to help the recognition and reporting of the appearance and condition of gears after a period of operation. Neither causes nor preventive measures for any condition described are discussed.

NOTE — The English and corresponding French texts appear in adjacent columns to enable this International Standard to be used as a bilingual glossary for the appearance of gear teeth.

This International Standard is arranged so that on the same page there are:

- a definition of the appearance of the gear tooth with corresponding explanations, and
- an illustration of a typical example of each with associated comments.

## Engrenages — Usure et défauts des dentures — Terminologie

### Domaine d'application

La présente Norme internationale fixe les termes à utiliser pour décrire les différents aspects de surface visibles sur les flancs des dents ou les différents défauts que l'on peut observer sur les engrenages.

Un texte aussi précis et aussi bref que possible a été rédigé après chaque terme pour définir chaque aspect de denture et pour faciliter son identification en fixant des critères précis à contrôler ou à observer.

Chaque aspect de denture classifié a été illustré au moins par un cliché montrant un exemple typique d'une ou plusieurs dents concernées. Dans certains cas, plusieurs clichés sont présentés pour le même type d'aspect de dent ou de rupture montrant l'existence de variantes possibles, ou les diversités pouvant exister dans le cas de dentures géométriquement différentes. Tous les clichés sont accompagnés de commentaires facilitant leur interprétation.

La présente Norme internationale est exclusivement une terminologie élaborée pour faciliter la reconnaissance des différents types d'aspects des dents ou de cassures que l'on peut trouver en examinant un engrenage en service. Pour respecter ce but fixé initialement, elle ne donne aucune information ni sur les causes possibles des phénomènes constatés ni sur les remèdes à appliquer éventuellement.

NOTE — Les textes anglais et français ont été mis côte à côte pour faciliter le passage d'une langue à l'autre dans le but de pouvoir utiliser la présente Norme internationale comme un glossaire bilingue d'aspects de dentures d'engrenages.

La présentation du texte de la présente Norme internationale a été faite pour que l'on ait sur une seule et même page:

- la définition de l'aspect de denture concerné avec les explications correspondantes;
- un cliché donnant un exemple typique de cet aspect avec des commentaires appropriés.



<p><b>1 Indications of surface disturbances</b></p>	<p><b>1 Phénomènes intéressant la surface des dents</b></p>
<p><b>1.1 Sliding wear</b></p> <p>Wear is a general term covering the removal of material which occurs when two surfaces slide on one another.</p> <p>It includes the removal of material as a result of the abrasive action of contaminants in the lubricant.</p> <p>Adhesive wear is also included, which is a result of localized welding and subsequent detachment and transfer of particles from the gear teeth.</p>	<p><b>1.1 Usure</b></p> <p>L'usure est un terme général se rapportant au phénomène local caractérisé par un enlèvement de matière dû au glissement de deux surfaces l'une sur l'autre.</p> <p>Ce terme couvre également l'enlèvement de matière par l'action abrasive des impuretés présentes dans le lubrifiant.</p> <p>Ce terme inclut aussi l'usure adhésive résultant de soudures localisées provoquant des arrachements et des transferts de particules en provenance des dentures.</p>
<p>(Not illustrated)</p>	<p>(Pas d'illustration)</p>

**1.1.1 Normal wear (Running-in wear)**

Wear begins early in the life of gearing, and the surface texture of the machined tooth flank is reduced to a smooth often lustrous appearance.

Included in this type of wear are:

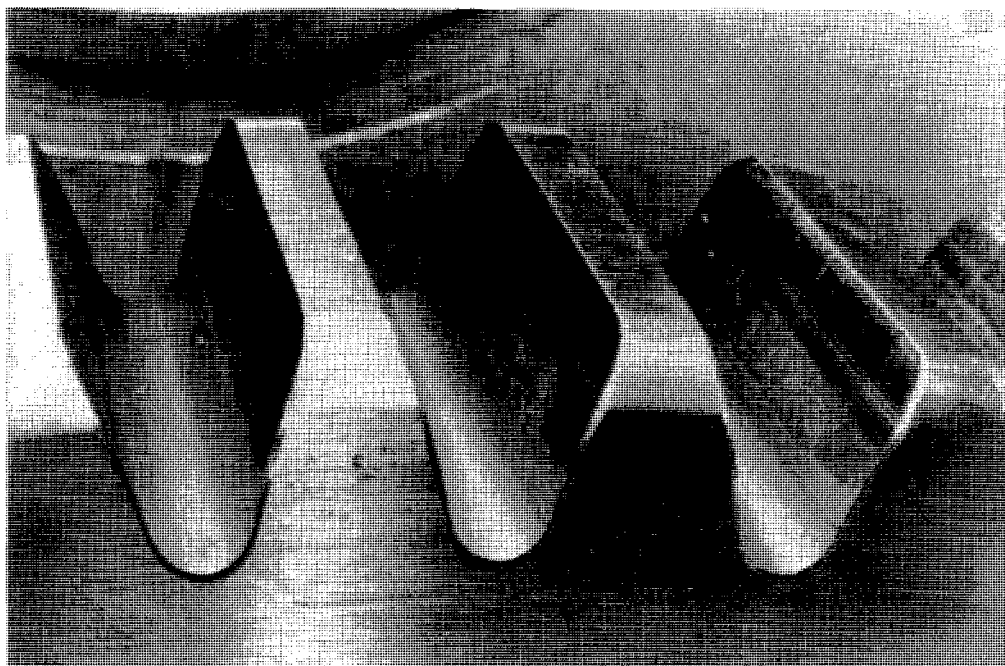
- moderate wear;
- polishing.

**1.1.1 Usure normale**

L'usure commence tôt dans la vie d'un engrenage, et la texture de la surface des dents prend alors un aspect lisse et souvent brillant.

On distinguera dans ce type d'usure:

- l'usure modérée;
- le poli miroir.



Normal wear on the tooth flanks of a gear wheel. In the illustration, lustrous (or shiny) areas and also areas with fine grooves are visible on the flanks.

Usure normale sur la denture d'une roue dentée. On constate la présence simultanée sur les flancs de parties brillantes et de parties avec de fines rayures.

**1.1.1.1 Moderate wear**

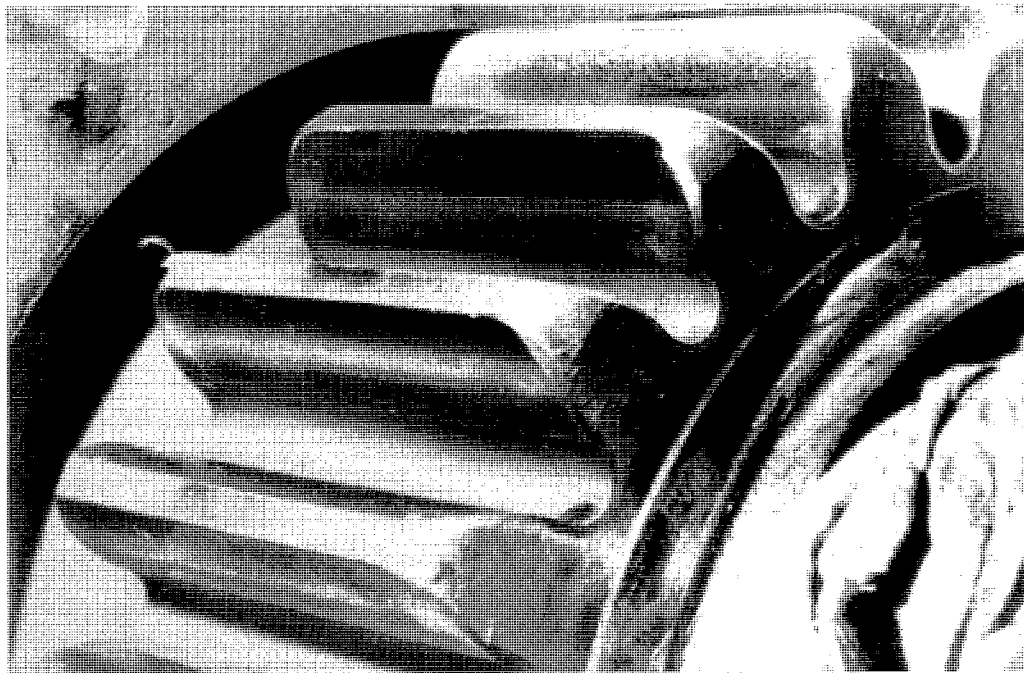
**1.1.1.1 Usure modérée**

Examination of the flanks reveals that metal has been removed from both the addendum and dedendum tooth surfaces.

L'examen des flancs montre que du métal a été enlevé aussi bien sur la saillie que dans le creux des dents.

The pitch surface begins to show as a line continuous.

Une trace continue au niveau de la surface primitive de fonctionnement commence à se former.



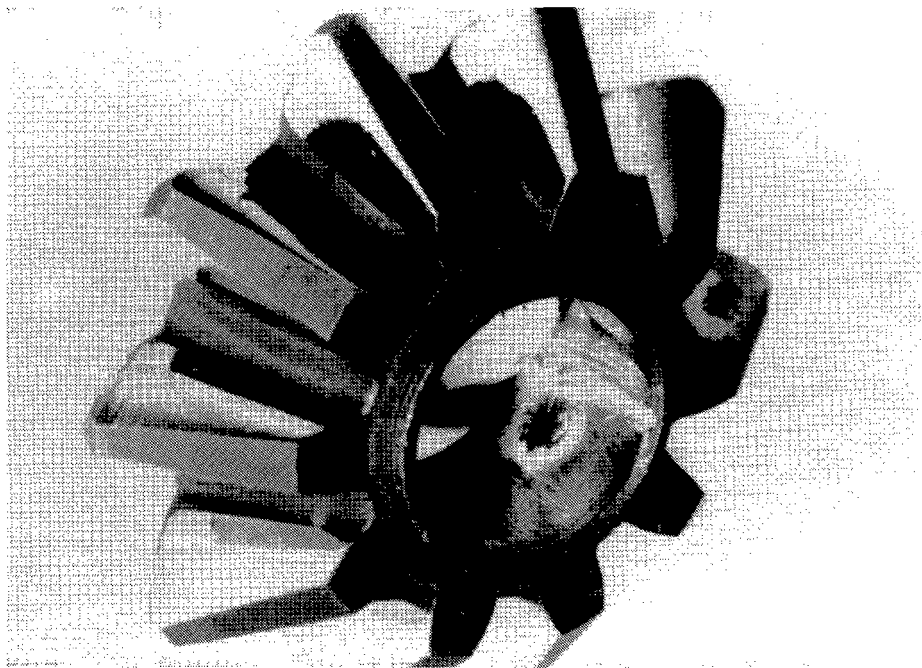
Tooth surfaces of a pinion with moderate wear. The position of the operating pitch surface is clearly seen on the working flanks.

Denture d'un pignon avec usure modérée. On peut voir facilement la position de la ligne primitive de fonctionnement marquée sur les flancs actifs.

**1.1.1.2 Polishing****1.1.1.2 Poli miroir**

This is a very slow wearing-in process in which the irregularities of the contacting surfaces are gradually worn until mirror-like, smooth surfaces develop.

Processus très lent d'usure dans lequel les aspérités des surfaces de contact sont progressivement écroûtes jusqu'à ce qu'il se développe de très belles surfaces lisses et brillantes.



It can be seen that all active tooth flanks of a bevel pinion from an automobile differential are polished.

Aspect de poli miroir visible sur les deux flancs d'un pignon conique de différentiel automobile.

**1.1.2 Abrasive wear**

Abrasion is the removal or displacement of material due to the presence of hard particles (e.g. metallic debris, scale, rust, sand, abrasive powder or the like) suspended in the lubricant or embedded in the flanks of the mating teeth.

**1.1.2 Usure abrasive**

Défaut se traduisant par un enlèvement ou un transfert de matière provoqué par la présence de particules dures (par exemple débris métalliques, scories, rouille, sable, poudre abrasive ou similaire) en suspension dans le lubrifiant ou incrustées dans les flancs des dents en contact.

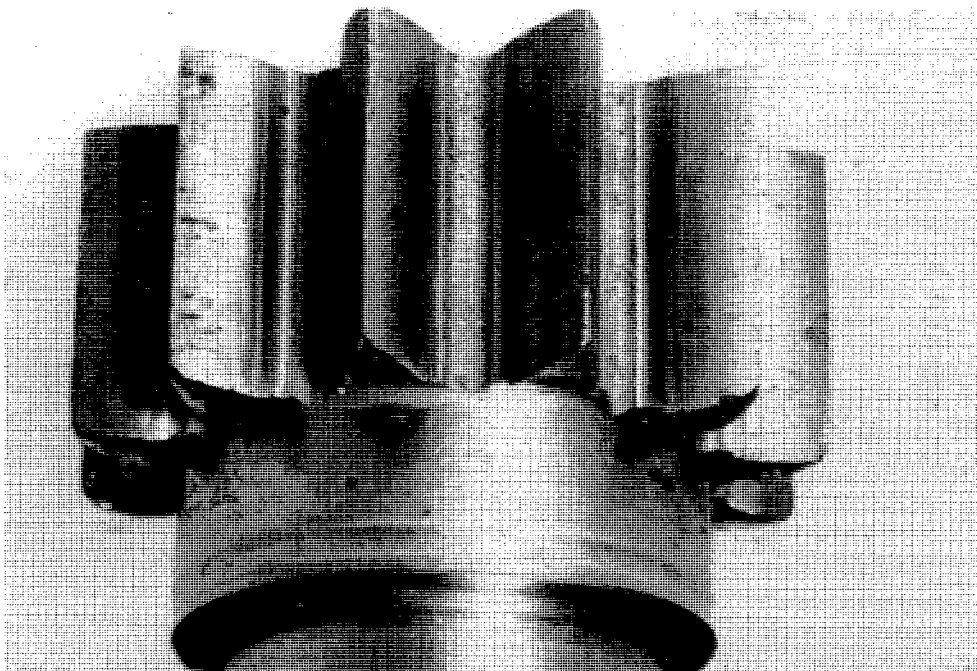


Illustration of a pinion with opposite tooth flanks worn by abrasion to such an extent that the tooth tips are reduced to sharp edges. Active surfaces of the flanks are smooth but radial scratches due to hard particles embedded in the flanks of the mating gear are also present.

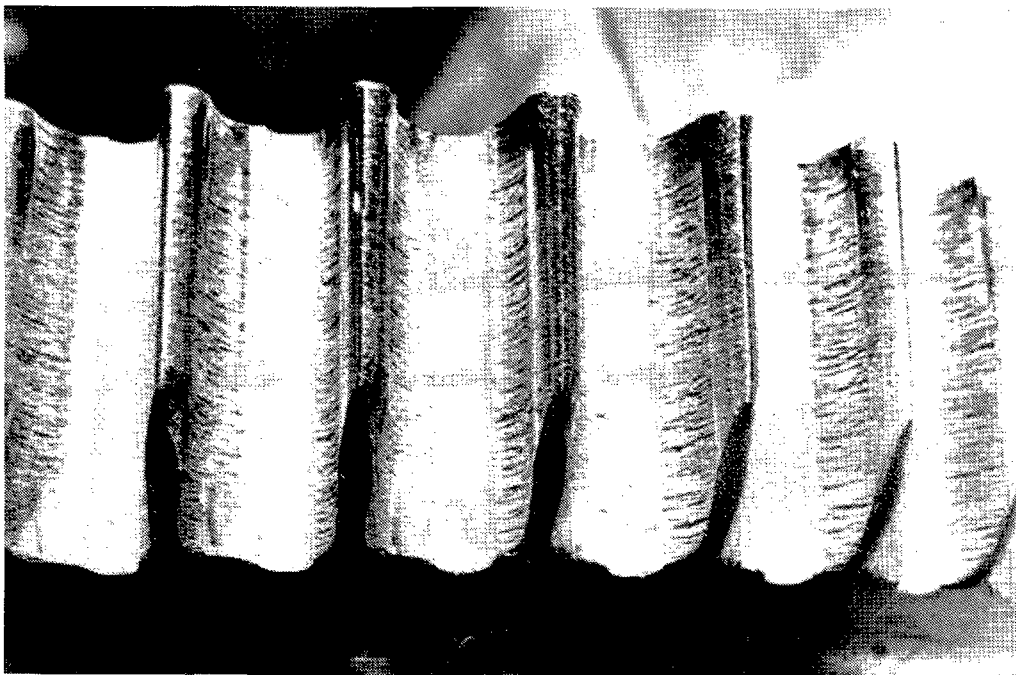
Plastic deformation is visible at the ends of the teeth (see 1.7.2).

Exemple de pignon dont les dents ont été usées par abrasion jusqu'à devenir coupantes. La surface du profil sur les deux flancs actifs est mate et lisse, et on trouve les traces radiales de particules dures qui se sont incrustées à la surface des dents.

Des déformations plastiques sont aussi visibles à l'extrémité des dents (voir 1.7.2).

1.1.2 Abrasive wear (*concluded*)

1.1.2 Usure abrasive (*fin*)



Abrasive wear which has removed significant amounts of material from opposite flanks of gear teeth.

Deep radial grooves can be seen in the dedenda.

Usure abrasive qui s'est développée sur les deux flancs et qui a fait disparaître une grande quantité de matière à la surface des dents.

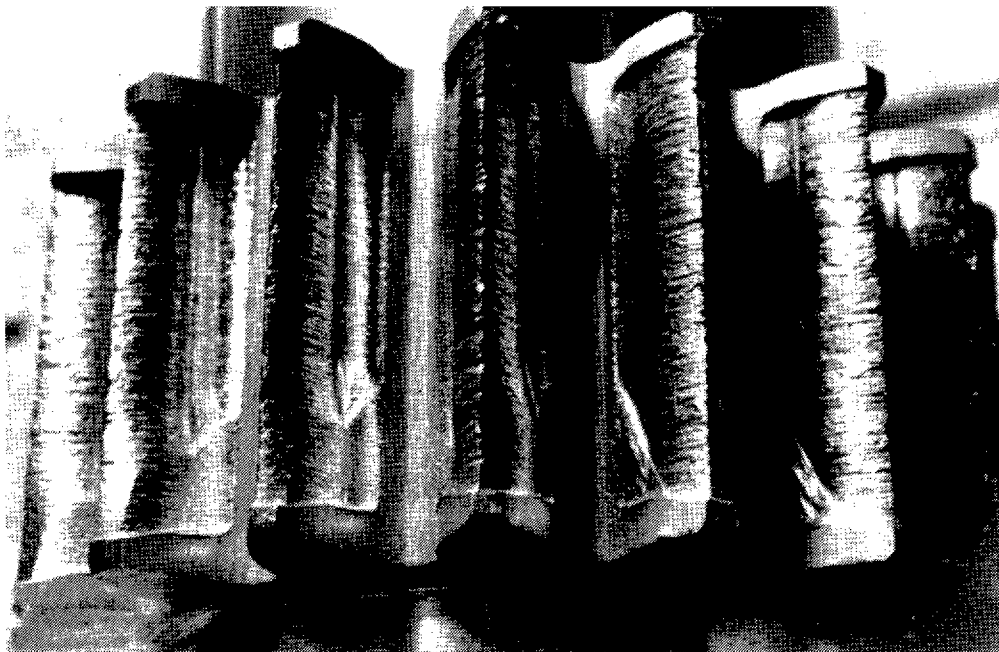
On note la présence de profondes rayures radiales au niveau du creux des dents.

**1.1.3 Excessive wear**

Excessive wear may appear similar to moderate or abrasive wear. The progression rate, however, is such that the design life of the gear set may not be attained. The teeth will have a considerable amount of material removed from the surfaces.

**1.1.3 Usure excessive**

L'aspect d'une usure excessive sera similaire à celui d'une usure modérée ou abrasive. Toutefois, la vitesse de développement est telle que la durée de vie prévue ne pourra pas être atteinte. Les dents auront une quantité de matière enlevée considérable.



Excessive wear by the abrasion of opposite flanks of pinion teeth.

NOTE — Excessive wear can also be caused by polishing after tooth geometry has been extensively changed.

Pignon avec une usure excessive sur les deux flancs obtenue par abrasion.

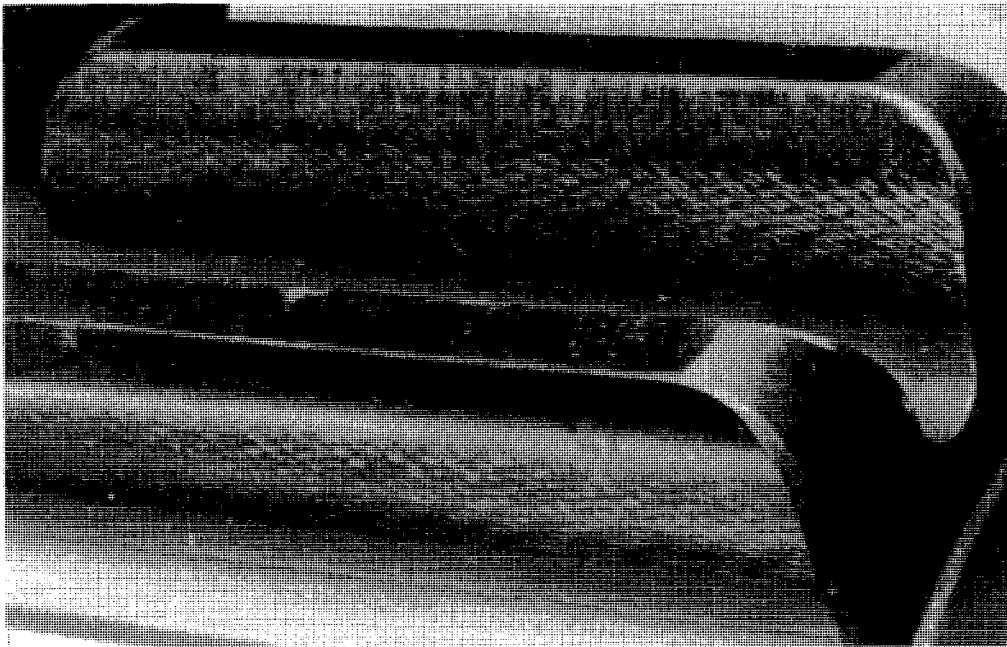
NOTE — Une usure excessive peut aussi être causée par du poli miroir lorsque la géométrie des dents a été déformée dans de trop grandes proportions.

**1.1.4 Moderate scratching (Scoring)**

**1.1.4 Rayures — Stries**

Fine grooves, running in the direction of sliding motion, irregularly spaced and of varying length, and often scattered over the tooth flanks.

Fins sillons orientés dans le sens du glissement, irrégulièrement espacés, de longueurs variables et qui sont souvent clairsemés sur les flancs des dents.



Fine grooves visible near the tip on the tooth surfaces of a ground pinion. In this case, the scratches are distributed regularly on all the teeth. See also the illustration in 1.1.1.

Fines rayures visibles près du sommet des dents d'un pignon rectifié. Dans ce cas, les rayures sont réparties régulièrement sur toutes les dents. Voir aussi le cliché en 1.1.1.

Note the presence of grinding marks on the dedendum flank.

Des traces de rectification sont visibles au bas des flancs.

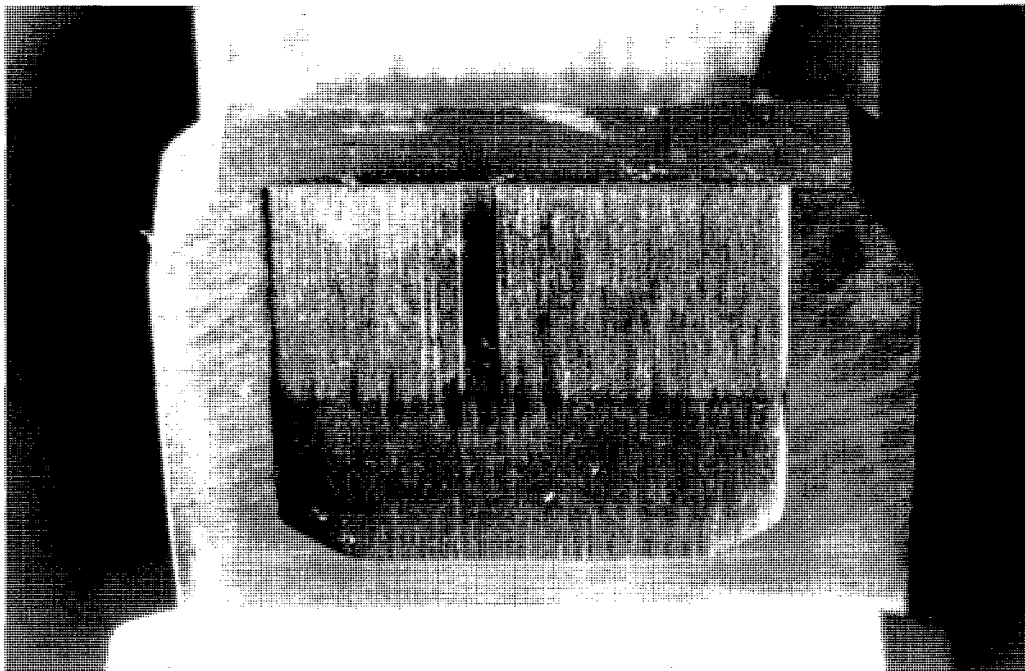


**1.1.5 Severe scratching**

A form of abrasive wear characterized by the presence of linear grooves in the direction of tooth sliding. The grooves are smooth, similar in appearance to those formed by "ridging" (see 3.4), but are created by the ploughing action of hard asperities on mating flanks or by hard particles embedded therein.

**1.1.5 Griffures**

Forme d'usure abrasive caractérisée par la présence de rayures linéaires orientées dans la direction du glissement. Ces rayures sont lisses et sont d'aspect semblable à celui des « sillons » (voir 3.4) mais elles sont dues au labourage des dents par des aspérités dures se trouvant dans l'engrènement ou par des particules qui sont incrustées dans les flancs.



Severe scratching of the entire contact surface. Wear is less severe near the operating pitch surface. Another type of severe scratching is shown in the illustration in 1.1.2.

Griffures présentes dans toute la zone de contact. On note une usure beaucoup plus faible au niveau du cylindre primitif de fonctionnement. Une autre forme de griffure est visible sur le cliché de 1.1.2.

**1.1.6 Interference wear**

**1.1.6 Usure par interférence**

Wear at the tip of one tooth and/or at the root of the mating tooth, caused by excess material at the tips of one or at the roots of the other.

Usure en tête de saillie des dents de l'une des roues et/ou au pied des dents de l'autre, due à un excès de matière en tête de saillie des dents de l'une ou au pied des dents de l'autre.

The result is scraping and wear of both roots and tips of the teeth, hollowing the former and rounding the latter.

Elle se traduit par des écorchures ou par une abrasion des pieds des flancs en les évidant, ainsi que par une abrasion ou une déformation des têtes de dents en les arrondissant.



Interference wear at a tooth flank of a gear wheel.

Usure par interférence nettement visible au pied des flancs d'une roue.

<p><b>1.2 Corrosion</b></p>	<p><b>1.2 Corrosion</b></p>
<p><b>1.2.1 Chemical corrosion</b></p>	<p><b>1.2.1 Corrosion chimique</b></p>
<p>Surface degradation caused by chemical attack. Common symptoms are fine pitting over the entire tooth surface and grain boundary oxidation. Sometimes, reddish brown rust traces are found, usually near active parts of the tooth flanks.</p>	<p>Dégradation de surface due à une attaque chimique. Les symptômes habituels sont de fines piqûres sur la surface entière des dents et une oxydation intergranulaire. Parfois, des traces de rouille brun rouge, en général près des parties actives des flancs des dents, sont visibles.</p>
	
<p>Extensive corrosion on gear tooth surfaces as a result of chemical attack.</p> <p>Damage of this nature can continue until the gear is no longer fit for use.</p>	<p>Corrosion importante sur la surface des dents d'une roue qui résulte d'une attaque chimique.</p> <p>Une dégradation de cette nature peut continuer jusqu'à ce que la surface des dents soit devenue complètement inutilisable.</p>

**1.2.2 Fretting corrosion**

**1.2.2 Corrosion de contact**

Surface damage caused by repeated small movements of one contacting surface over another which results in the production of finely divided reddish brown oxide particles.

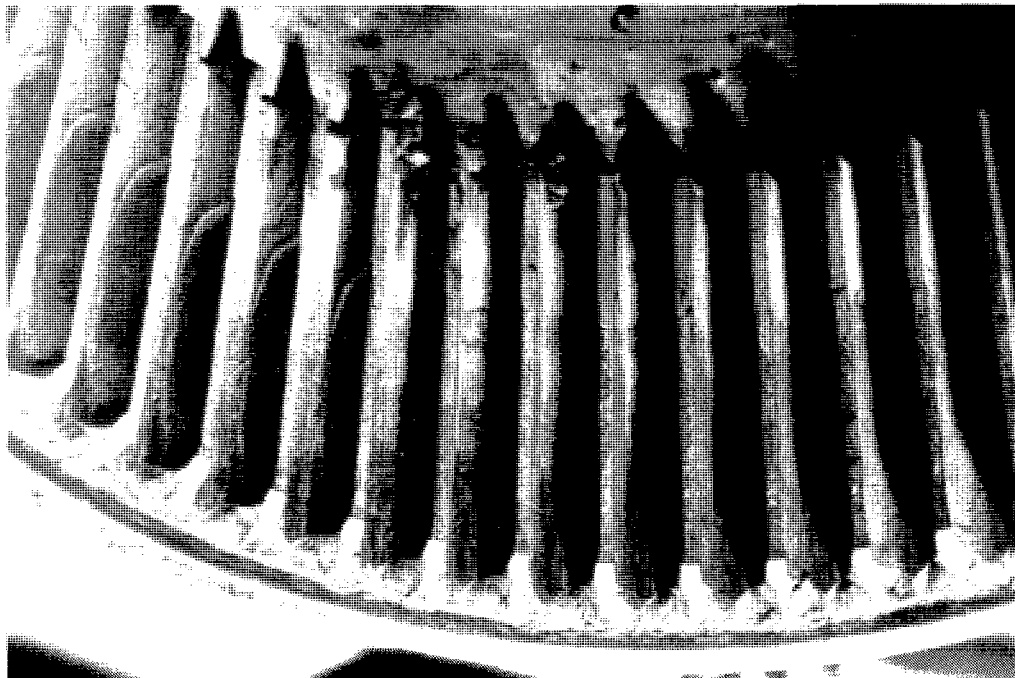
These are retained in the contact region and their abrasive action adds to the rate of surface deterioration.

Stationary gears may be thus affected if they are subjected to structure-borne vibrations such as those encountered during transport.

Défaut superficiel causé par de petits mouvements répétés d'une surface au contact d'une autre avec pour résultat la production de fines particules d'oxyde brun rouge.

Celles-ci restent dans la région du contact et leur action abrasive fait progresser la détérioration des surfaces.

Des engrenages à l'arrêt peuvent être affectés de cette manière s'ils sont soumis à des vibrations prenant naissance au niveau des structures environnantes comme c'est le cas durant le transport de matériels.



Fretting corrosion present on the flanks of the internal gear of a gear coupling.

Corrosion de contact qui s'est développée sur les flancs de la denture intérieure d'un accouplement à dentures.

**1.2.3 Scaling**

Patchy, raised areas on tooth flanks, due to an oxidation process during heat treatment. When running under load, the power is transmitted initially by way of these projections which rapidly acquire a metallic sheen.

**1.2.3 Pelage**

Zones inégalement en relief sur les flancs de dents, et qui sont dues à un processus d'oxydation pendant le traitement thermique. En fonctionnement sous charge, la puissance est d'abord transmise par ces parties en saillie, de sorte que les zones en question prennent rapidement un aspect de métal brillant.



Scaling on the teeth of a helical pinion.

Traces de pelage sur les dents d'un pignon hélicoïdal.

**1.3 Overheating**

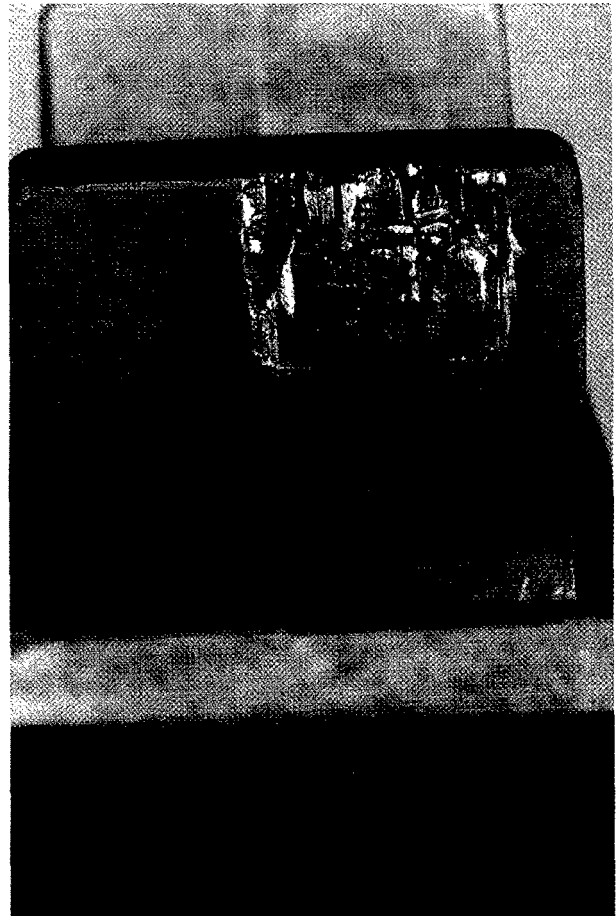
The gears reach an excessively high temperature, usually due to inadequate lubrication or insufficient backlash. In the latter case, evidence of heavy loading will be found on both working and non-working flanks. Temper colours are present and frequently scuffed areas and plastic deformation are also found.

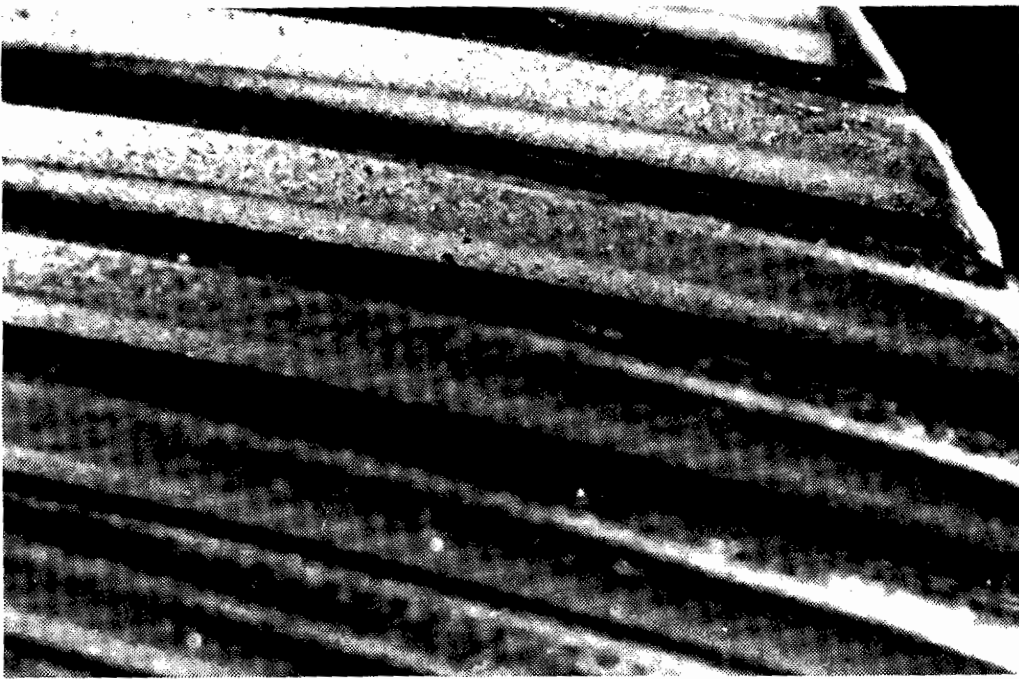
**1.3 Surchauffe**

Se rencontre sur des engrenages travaillant à une température excessive due, en général, à une mauvaise lubrification ou à un jeu insuffisant. Dans ce dernier cas, on verra des traces de surcharge sur les deux flancs des dents (travaillant ou non). On trouvera toutes les couleurs de la trempe et fréquemment des zones grippées ainsi que des déformations plastiques.

Overheating on the active flank of a gear tooth due to sudden and severe overload during running.

Traces de surchauffe sur le flanc actif d'une dent apparues en service à la suite d'une surcharge brutale et instantanée.



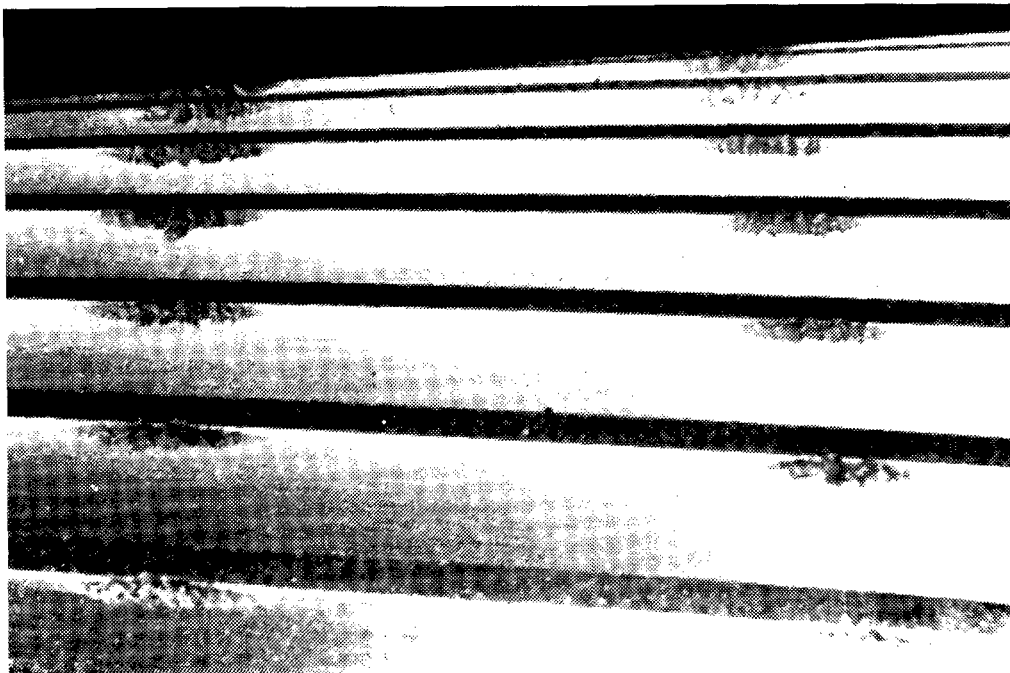
<p><b>1.4 Erosion</b></p>	<p><b>1.4 Érosion</b></p>
<p><b>1.4.1 Cavitation erosion</b></p>	<p><b>1.2.1 Érosion par cavitation</b></p>
<p>The flanks of all teeth reveal uniformly distributed, localized scoring; alternatively, the entire surface of the tooth flanks appears as if sandblasted.</p> <p>This wear process may occur when high-frequency vibrations are present or when the lubricant is contaminated with entrained water, air and/or other gases.</p>	<p>On rencontre sur les flancs de toutes les dents un décapage localisé uniformément distribué; alternativement, la surface entière des flancs de dents apparaît comme si elle avait été grenillée.</p> <p>Ce processus d'usure peut se produire en présence de vibrations à haute fréquence ou lorsque le lubrifiant est pollué par de l'eau, de l'air ou d'autres gaz en suspension.</p>
	
<p>Cavitation erosion on the flanks of the teeth of a gear wheel.</p>	<p>Érosion par cavitation sur les flancs des dents d'une roue.</p>

**1.4.2 Hydraulic erosion**

**1.4.2 Érosion par fluide sous pression**

Erosion due to the action of a jet of liquid or a liquid containing air or fine particles.

Érosion due à l'action d'un jet de liquide ou d'un liquide contenant de l'air ou de fines particules.



Hydraulic erosion near the tip of the flanks of a gear wheel running at high speed.

The erosion is in line with lubricant spray nozzles.

Érosion près des sommets des dents d'une roue «grande vitesse» causée par la projection d'huile sous pression.

L'érosion est localisée en face des buses d'injection du lubrifiant.



**1.5 Electric erosion**

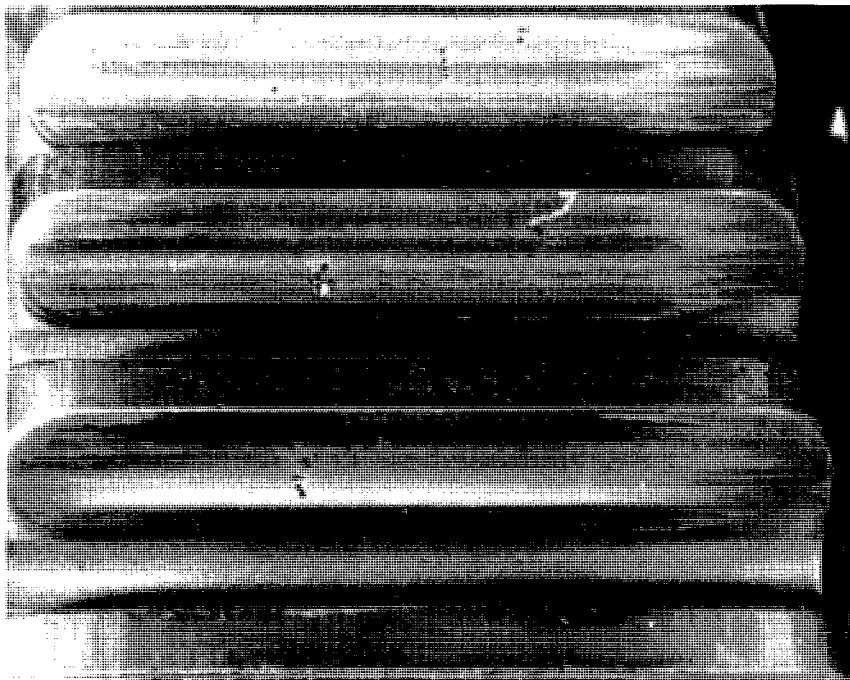
**1.5 Piqûres par étincelage**

The discharge of electric arcs or sparks between mating flanks produces numerous small, smooth edged craters in gear teeth.

Petits cratères aux bords émoussés produits par des décharges d'arcs électriques entre les flancs de dents conjugués en cours d'engrènement.

Occasionally, larger burned areas exhibiting temper colours at their margins are to be found.

Occasionnellement, on peut trouver des zones brûlées plus vastes, dont le pourtour est irisé.

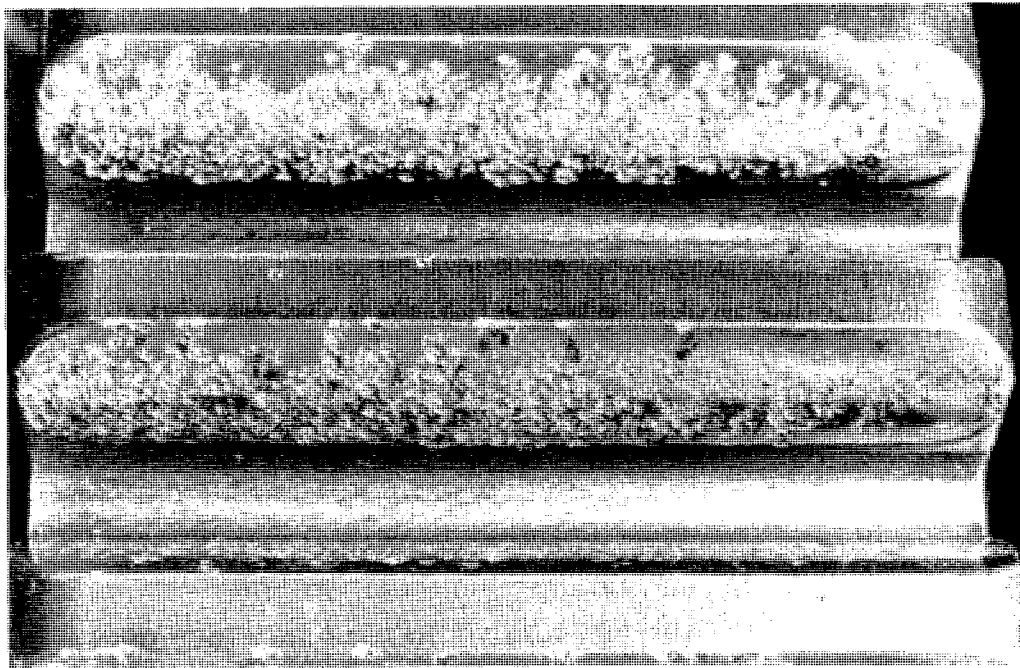


Electric erosion due to the passage of a small electric current.

Piqûres par étincelage dues à un passage de courant de faible intensité.

**1.5 Electric erosion (concluded)**

**1.5 Piqûres par étincelage (fin)**



Severe electric erosion due to the passage of an electric current of high intensity.

Foisonnement de piqûres par étincelage dues à un passage de courant de haute intensité.

**2 Scuffing**

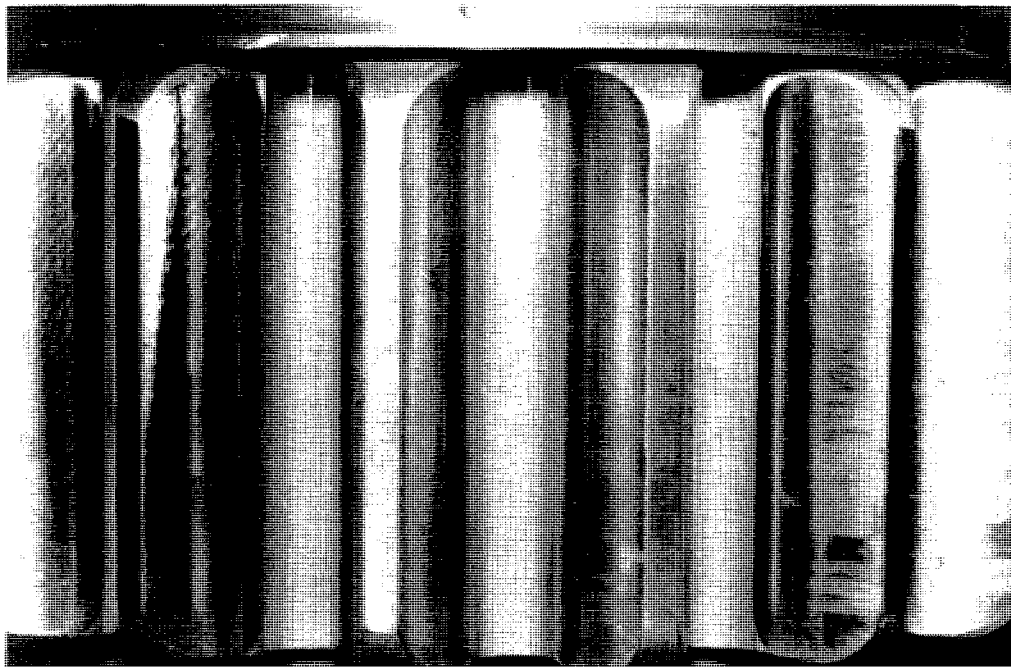
Banded roughness, running in the direction of sliding, varying in degree from mild to severe scuffing. The lubricant film between the tooth flanks is disrupted and this can lead to localized welding of the tooth flanks with transfer of material.

Scuffing of only small areas of tooth flanks, commonly at tooth tips or tooth roots, may heal spontaneously [see photos a) and b)]. Severe scuffing which covers large areas of tooth flanks causes an increase of noise and vibration, leading eventually to failure unless corrective measures are taken [see photos c) and d)].

**2 Grippage**

Rugosités en bande se développant dans le sens du glissement, et d'importance variable depuis le grippage léger jusqu'au grippage sévère. Le film de lubrifiant entre les surfaces en contact est interrompu, et ceci peut conduire à des microsoudures locales sur les flancs entraînant des transferts de matière.

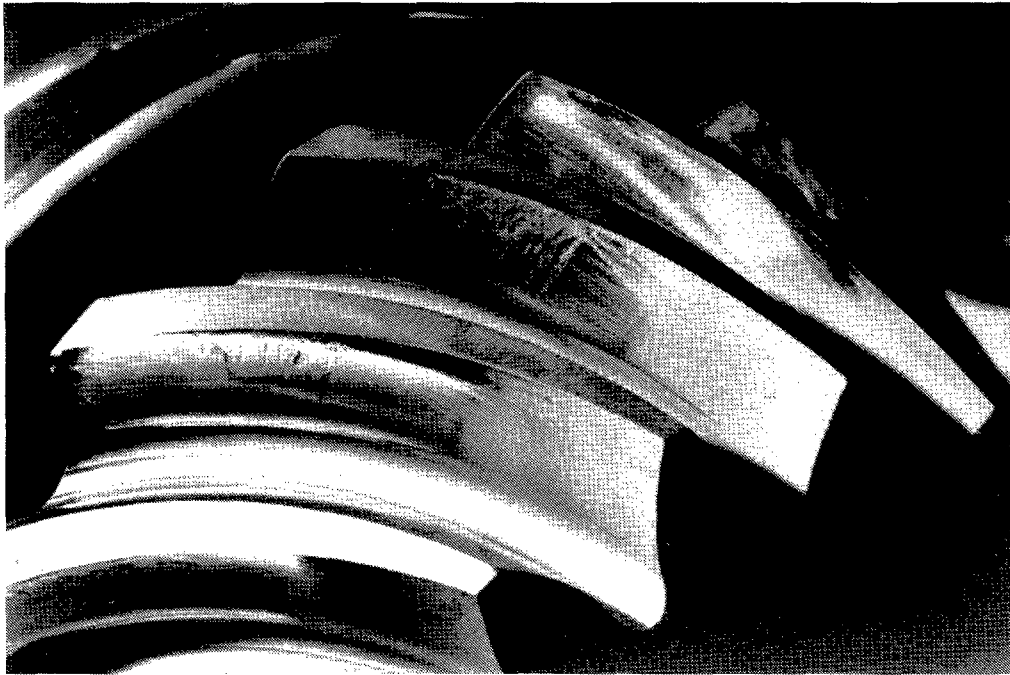
Les rayures qui n'impliquent que de petites surfaces, en général près des pieds ou des sommets des flancs, peuvent s'estomper d'elles-mêmes [voir photos a) et b)]. Le grippage généralisé qui couvre de larges surfaces des flancs provoque un accroissement du bruit et des vibrations, conduisant éventuellement à des ruptures si des mesures correctives ne sont pas mises en œuvre [voir photos c) et d)].



a)

Light scuffing at tooth tips of a ground pinion. Often this type of scuffing heals itself during a period of running under good conditions.

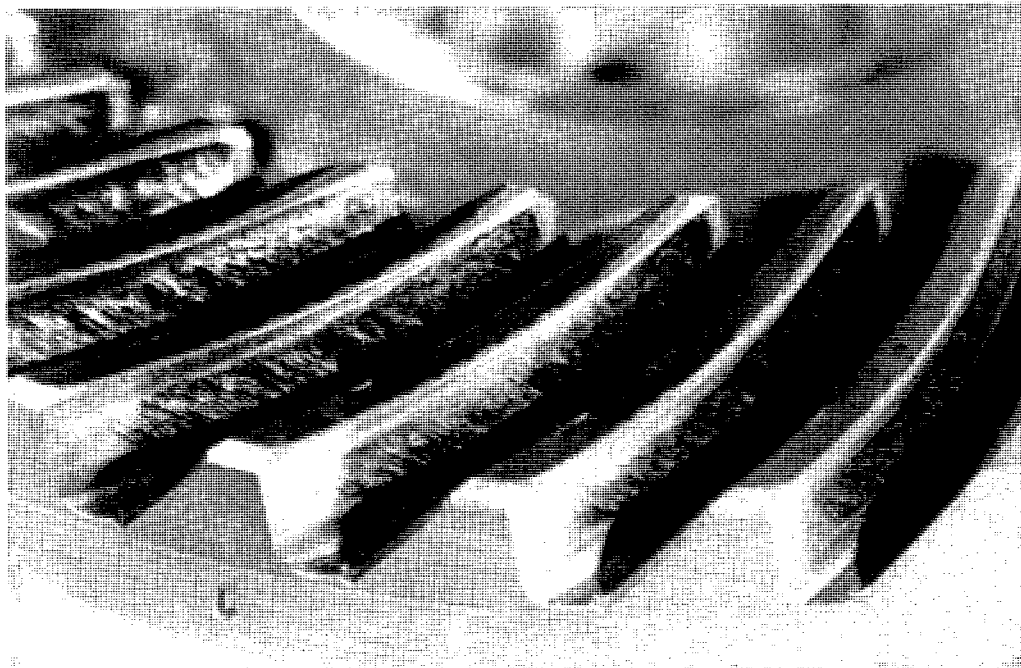
Fines traces d'un léger grippage visibles au sommet des dents d'un pignon rectifié. Ce type de grippage disparaît souvent de lui-même après un certain temps de fonctionnement dans de bonnes conditions.

**2 Scuffing (continued)****2 Grippage (suite)**

b)

Localized scuffing near the tooth tips of a spiral bevel gear. This type of damage is often self-healing if the initiating mechanism does not recur.

Arrachements avec légers transferts de matière visibles près du sommet des dents d'un pignon conique qui ont été causés par un grippage localisé. Ces traces ont tendance à disparaître par la suite si le phénomène qui les a provoquées ne se reproduit pas.

**2 Scuffing** (*continued*)**2 Grippage** (*suite*)

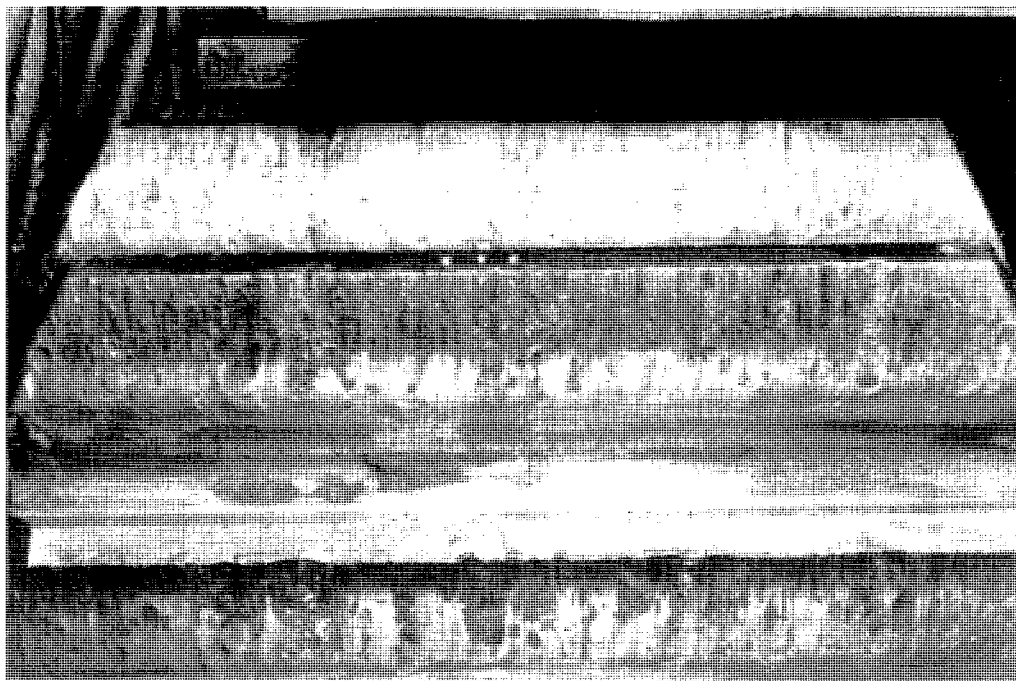
c)

Severe scuffing on the teeth of a spiral bevel wheel. In some cases the occurrence of this type of damage is followed by an increase in working temperature.

Grippage généralisé sur les dents d'une couronne d'un engrenage conique spiral. La plupart du temps l'apparition de ce type de détérioration s'accompagne d'une élévation de température de fonctionnement.

**2 Scuffing (concluded)**

**2 Grippage (fin)**



d)

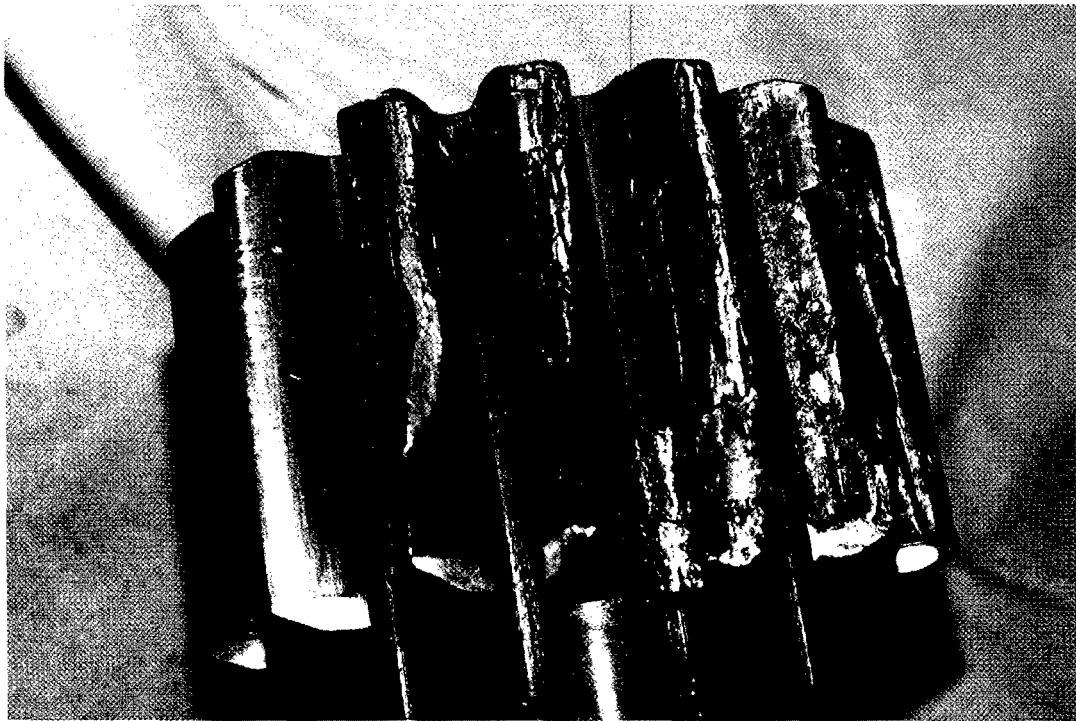
Severe scuffing observed on pinion teeth running at low speed and lubricated with grease.

This type of damage is commonly called "cold scuffing".

Grippage sévère observé sur les dents d'un pignon fonctionnant à basse vitesse et lubrifié à la graisse.

Ce type d'endommagement est communément appelé «grippage à froid».

<p><b>3 Permanent deformations</b></p>	<p><b>3 Déformations permanentes</b></p>
<p><b>3.1 Indentation</b></p>	<p><b>3.1 Empreinte</b></p>
<p>Depressions in tooth flanks caused by passage through a mesh of foreign bodies.</p>	<p>Creux dans les flancs de dents causés par le passage dans l'engrènement d'un corps étranger.</p>



Indentations in several teeth of a pinion, caused by passage through a mesh of metal particles.

Empreintes sur plusieurs dents d'un pignon causées par le passage dans l'engrènement de morceaux de métal.

**3.2 Plastic deformation**

Deformation remaining after the removal of the applied load. Teeth may be bent, swaged by tooth hammer, or surface material may be displaced by the rolling/sliding action of gears operating under excessively high load and friction.

**3.2 Déformation plastique**

Déformation subsistant après la suppression de la charge. Les dents peuvent être fléchies, déformées par le martelage des dents, ou on peut constater des déplacements de matière provoqués par l'action combinée de roulement/glisement pendant l'engrènement qui s'effectue sous des charges et avec des frottements trop élevés.

(Not illustrated)

(Pas d'illustration)

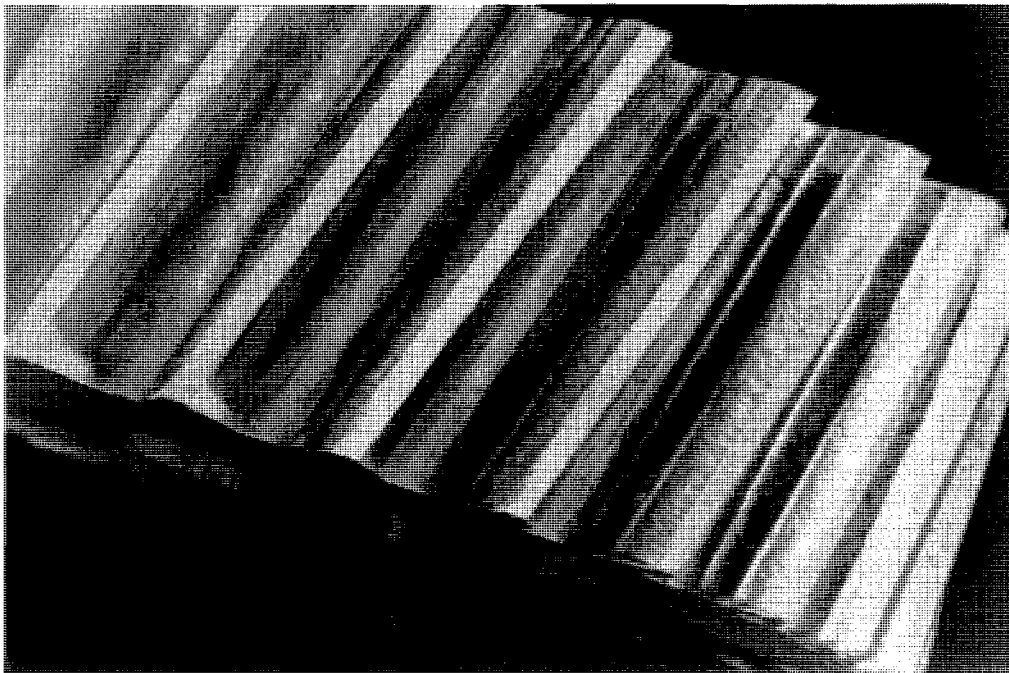


**3.2.1 Plastic deformation by rolling**

**3.2.1 Déformation plastique par roulement**

In this case, material is displaced from the pitch cylinder of the driving gear towards the root and the tooth tips where a burr is often found. The corresponding material of the driven gear is displaced towards the pitch cylinder. Thus a groove is created in the tooth flank of the driver and a corresponding ridge on the tooth of the driven gear.

Dans ce cas, la matière est déplacée du cylindre primitif de la roue menante vers la racine et le sommet des dents, où une bavure peut souvent être trouvée. La matière correspondante de la roue menée est déplacée vers le primitif. C'est ainsi qu'il se forme un sillon sur le flanc de la roue menante et une arête correspondante sur la dent de la roue menée.



Plastic deformation of teeth by rolling. This was a driven wheel and the presence of a pronounced ridge near the operating pitch surface can be clearly seen.

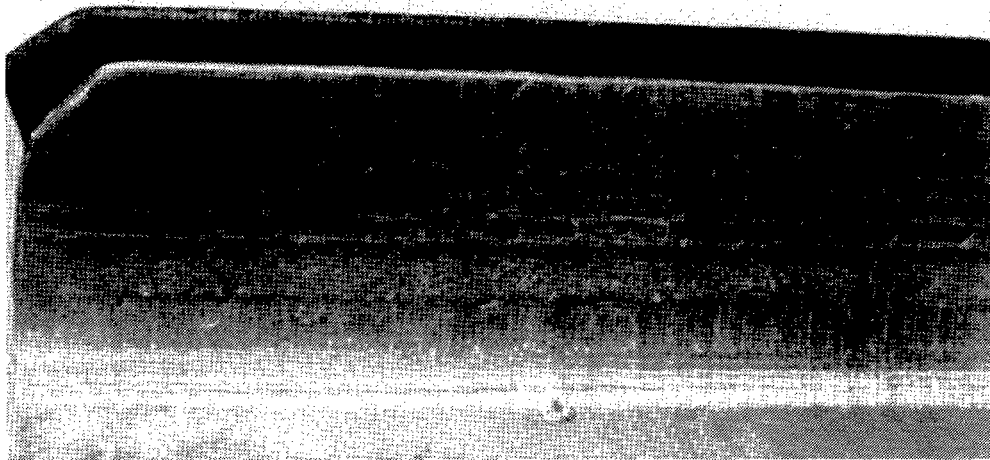
Déformations plastiques par roulement de dents d'engrenage. Cette roue est menée car on peut voir facilement la présence d'une arête vive importante au niveau du cylindre primitif de fonctionnement.

**3.2.2 Plastic deformation by tooth hammer**

**3.2.2 Déformation plastique par martèlement**

Evidence of such deformation can easily be seen as shallow grooves on flanks. The grooves coincide with the lines of contact between mating gear teeth.

On reconnaît facilement de telles déformations par la présence sur les flancs de sillons peu profonds. Ces sillons coïncident avec les lignes de contact qui s'établissent au cours de l'engrènement des dents.



Plastic deformation by tooth hammer of the working flanks of an internal gear annulus. A pronounced burr has been formed at the tooth tips.

Déformation plastique par martèlement des flancs actifs d'une couronne à denture intérieure. On remarque la formation d'une importante bavure au sommet des dents.

**3.3 Rippling**

Minute ridges running perpendicular to the direction of sliding are to be found on tooth flanks. The ridges themselves are wavy rather than straight and the overall appearance is similar to that of sand or mud which has been disturbed by wind or water, but on a much smaller scale.

**3.3 Traces de broutage**

Petites rides s'étendant sur les flancs des dents, perpendiculairement à la direction du glissement. Ces rides sont ondulées plutôt que droites, et leur aspect général est semblable à celui provoqué par l'action du vent ou de l'eau sur de la boue ou du sable mais à très petite échelle.



Illustration of a pinion showing rippling near the right ends of the teeth where tooth loading was heaviest. In this case, the formation of rippling has occurred after high polishing on the flanks.

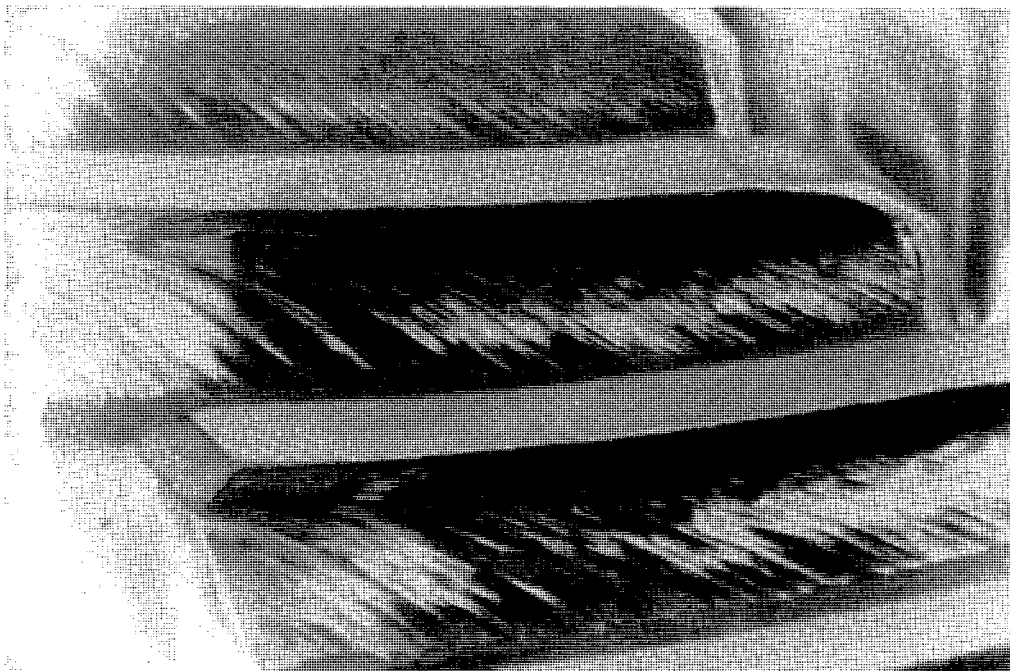
Pignon cimenté trempé avec des traces de broutage sur la partie droite des dents qui est la plus chargée. Dans ce cas, l'apparition du broutage est survenue sur la surface des flancs après le poli miroir.

**3.4 Ridging**

The formation of pronounced ridges and grooves by plastic deformation, and sometimes wear, on the flanks of gear teeth. This form of damage is most frequently found on the teeth of slow-speed gears which have a significant sliding component in the direction of the lines of tooth contact (e.g. worm and hypoid gears). It occurs on low-hardness materials. It may also occur on high-hardness materials if the contact stresses are high, such as those in the case-hardened hypoid gears of vehicle rear axles.

**3.4 Sillons**

Formation de bourrelets et de creux par écrouissage et parfois par usure abrasive sur les flancs de dents. On rencontre ce type de défaut surtout sur les dents d'engrenages lents qui ont une importante composante de glissement dans la direction des lignes de contact, par exemple sur les engrenages à roue et à vis et sur les engrenages hypoïdes. Ce défaut se produit avec des matériaux à faible dureté. Il arrive aussi avec des matériaux à grande dureté si les contraintes de pression de hertz sont fortes comme dans les engrenages hypoïdes, durcis superficiellement sur les flancs actifs utilisés dans les ponts de véhicules.



Spiral bevel gear with pronounced ridging on the active flanks.

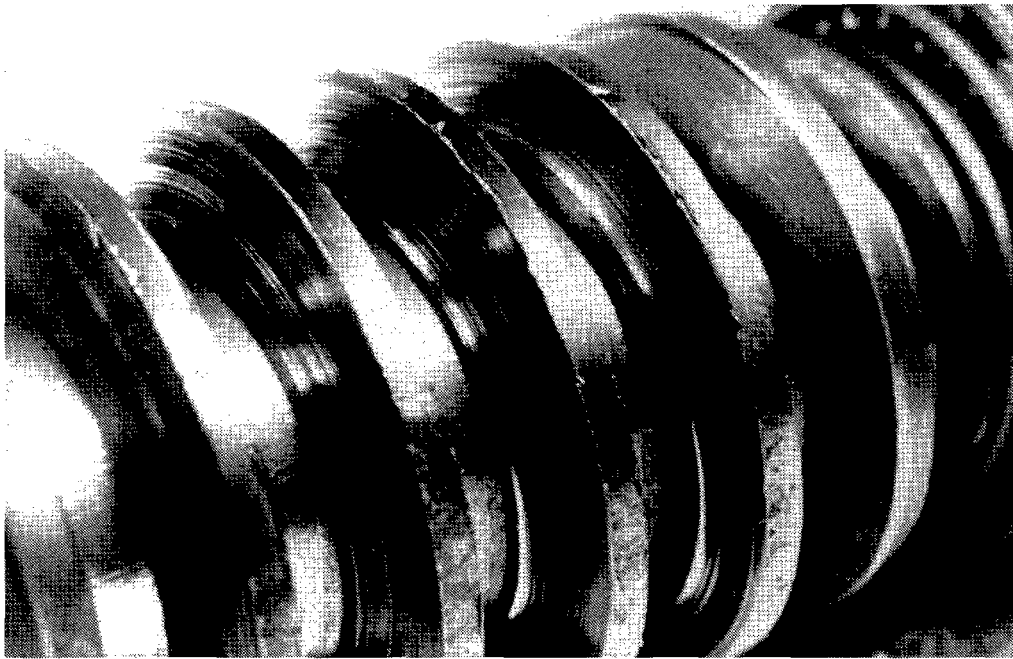
Roue conique à denture spirale avec des sillons bien marqués sur les flancs actifs.

**3.5 Burrs**

Rough, often sharp, extensions formed on the edges of components and caused by heavy loading with high friction or by the action of scuffing; sometimes caused during manufacture.

**3.5 Bavures**

Saillies grossières souvent aiguës qu'on trouve au bord des pièces, dues à des charges ou frottements élevés ou à du grippage; elles peuvent aussi apparaître au cours de la fabrication.



A pronounced burr can be seen at the tip of the worm thread's working flank. This burr has been generated by plastic deformation due to pressure and sliding action along the active surface of the flanks.

Bavure importante au sommet des dents et dans la partie active du filet d'une vis. Cette bavure s'est formée par déformation plastique due à l'action combinée de la pression et du glissement le long de la surface active des flancs en contact.

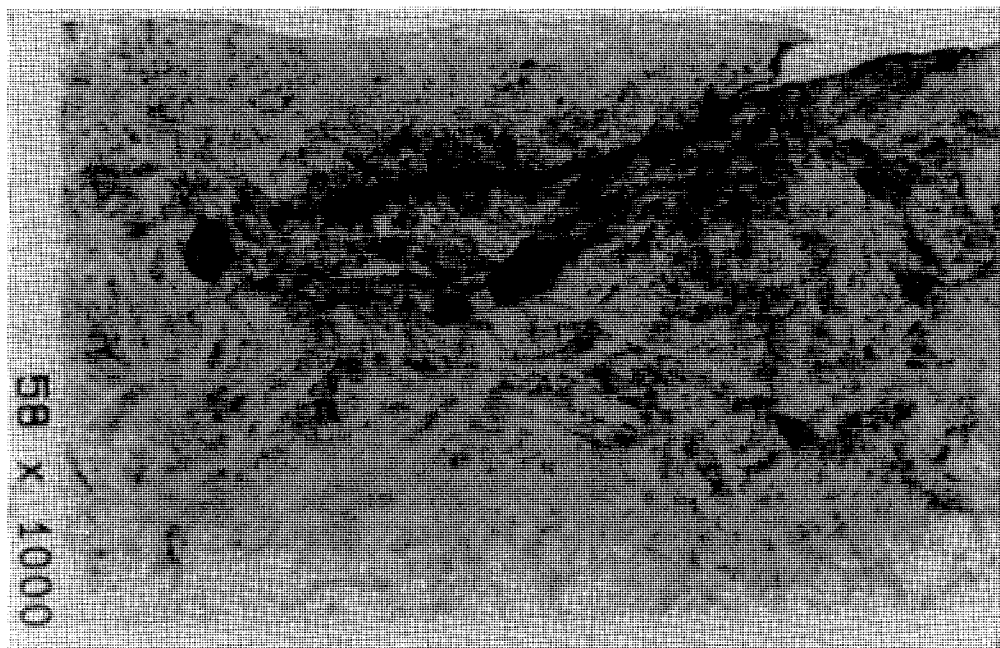
<p><b>4 Surface fatigue phenomena</b></p>	<p><b>4 Phénomènes liés à la fatigue de surface</b></p>
<p>Material damage due to surface and subsurface stresses produced by the repeated application of forces. It is characterized by removal of metal and the formation of cavities.</p> <p>Damage of this type is classified as fatigue damage and not wear.</p>	<p>Défauts du matériau résultant de contraintes répétées appliquées en surface ou en sous-couche et qui sont caractérisés par un enlèvement de métal et la formation de cavités.</p> <p>Les défauts de ce type sont considérés comme des endommagements par fatigue de surface et non par usure.</p>
<p>(Not illustrated)</p>	<p>(Pas d'illustration)</p>

**4.1 Pitting**

Surface fatigue phenomena occurring in the presence of rolling or mixed rolling and sliding contacts. Particles break out of affected areas leaving surfaces pock-marked with scattered holes.

**4.1 Piqûres**

Phénomène de fatigue de surface se formant lorsqu'il y a contact par roulement ou contact mixte par roulement avec glissement entre deux surfaces. Des particules se détachent des zones affectées en laissant des surfaces parsemées de trous.



Cross section through a tooth flank showing how a pit develops below the surface.

Magnification: 1 000

Vue en coupe de la surface d'une dent montrant le développement d'une piqûre sous la surface.

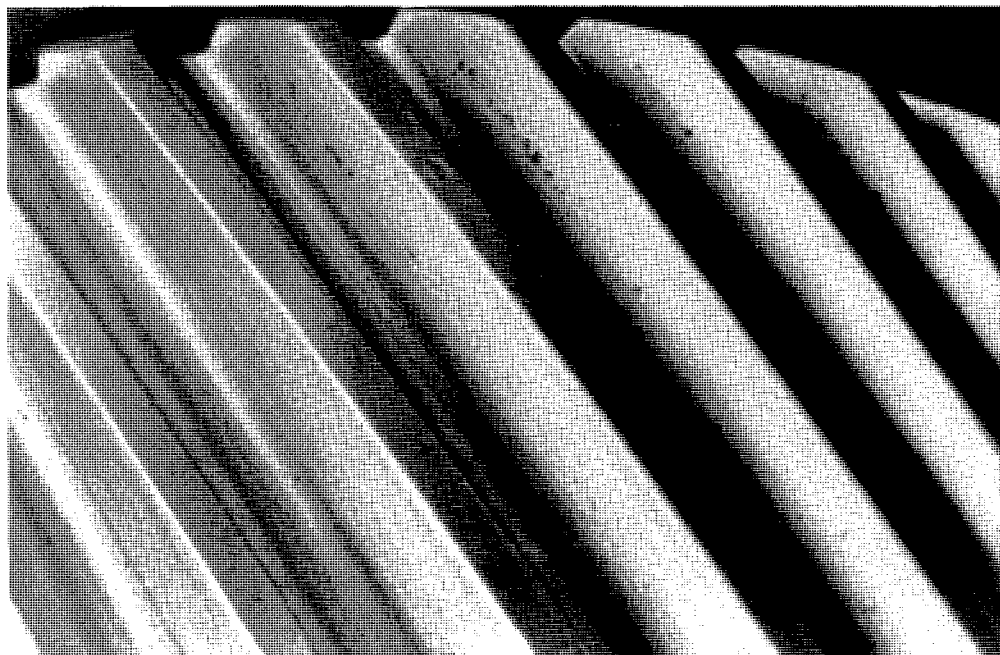
Grossissement: 1 000

**4.1.1 Initial pitting**

**4.1.1 Piqûres naissantes**

Small pits which are quite shallow, usually ascribed to contact with irregularities. Often when the irregularities have been eliminated by pitting and the load thereby redistributed, no further pitting takes place (i.e. the pitting is arrested). Initial pitting of gear teeth can appear early in service even after running-in at reduced load.

Petites piqûres peu profondes, habituellement attribuées à un contact au niveau des aspérités de surface. Souvent, lorsque les aspérités ont été effacées par les piqûres, en entraînant une meilleure répartition de la charge, il ne se formera plus d'autres zones avec piqûres. Ces dernières seront donc stabilisées. Les piqûres naissantes peuvent se manifester très tôt après les premières heures de fonctionnement de l'engrenage même après un rodage sous charge réduite.



Initial pitting of the tooth flanks of a gear wheel. The maximum density of the pitting corresponds to the area of maximum intensity of the surface load.

Piqûres naissantes sur les flancs actifs d'une roue. Les piqûres sont plus denses aux endroits où la pression de contact est maximale.

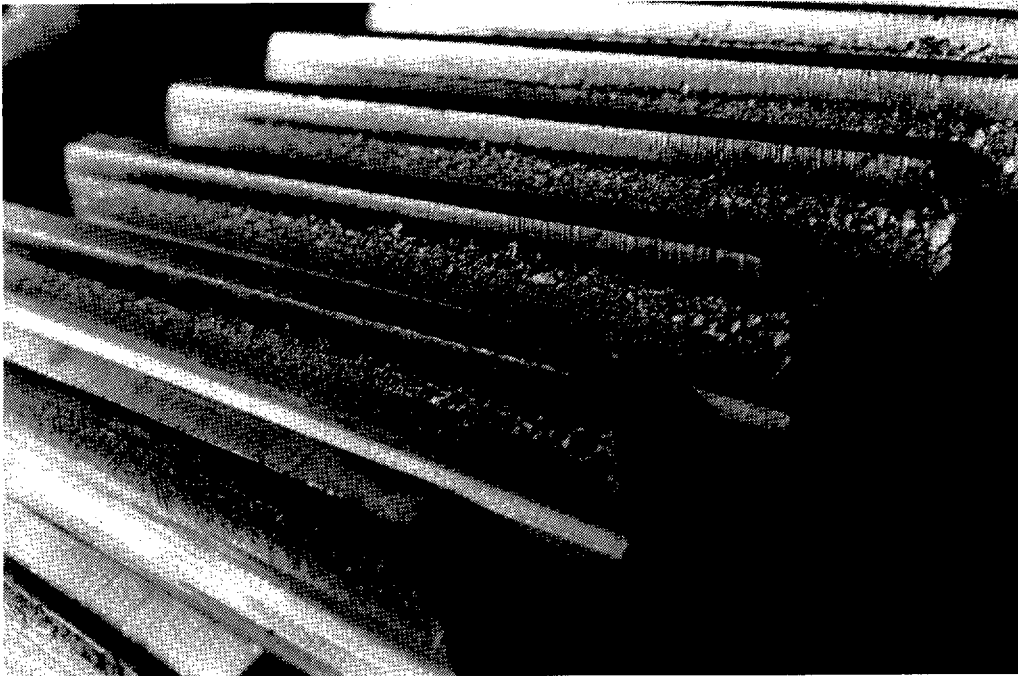


**4.1.2 Progressive pitting**

Pitting which continues and which tends to increase throughout the life of a gear. Sometimes there may be intermittent periods of arrest followed by further development of pitting.

**4.1.2 Piqûres évolutives**

Cette dénomination s'applique aux piqûres qui continuent à se développer avec une vitesse qui tend à augmenter, pendant toute la vie de l'engrenage. Parfois, il peut y avoir des périodes intermittentes d'arrêt suivies par de nouveaux développements des piqûres.



Progressive pitting on the active flanks of a through-hardened gear.

The largest pits are near the pitch surface and smaller pits develop in the dedendum flank.

In the dedendum flank, sliding and rolling components of motion are in opposite directions, thus their velocities augment each other.

Piqûres évolutives sur les flancs actifs d'une roue traitée dans la masse.

Les piqûres les plus intenses sont situées au niveau du cylindre primitif de fonctionnement et de plus petites piqûres se développent sur le creux des flancs.

Dans ces portions de dent, la vitesse de glissement et la vitesse de roulement s'ajoutent et sont, au niveau des flancs en contact, dans des directions opposées.

**4.1.3 Micropitting**

**4.1.3 Micropiqûres**

Degradation of gear tooth working surfaces under lubrication conditions where the film is too thin for the load. It appears under magnification as dense patches of micropits or microcracks.

Dégradations des surfaces des flancs actifs qui surviennent lorsque les dents fonctionnent avec un film de lubrifiant trop mince pour la charge transmise. Elles apparaissent, sous grossissement, comme un réseau dense de micropiqûres ou de microfissures.



Micropitting present on the active flanks of a case-hardened pinion.

Micropiqûres sur les flancs actifs d'un pignon cémenté trempé.

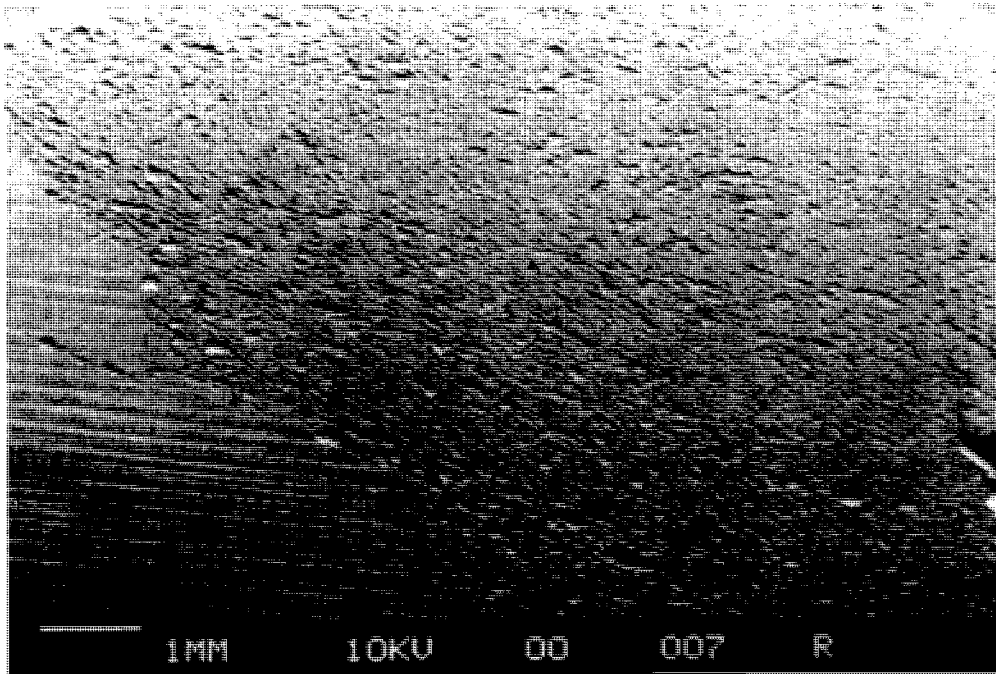
In this case, irregular distribution over the flanks is influenced by profile and helix deviations.

Dans ce cas, leur distribution n'est pas régulière le long des flancs et elle est influencée par les erreurs de profil et de distorsion.

4.1.3 Micropitting (continued)

4.1.3 Micropiqûres (suite)

Direction of sliding or/ou Sens du glissement  
↑  
↓

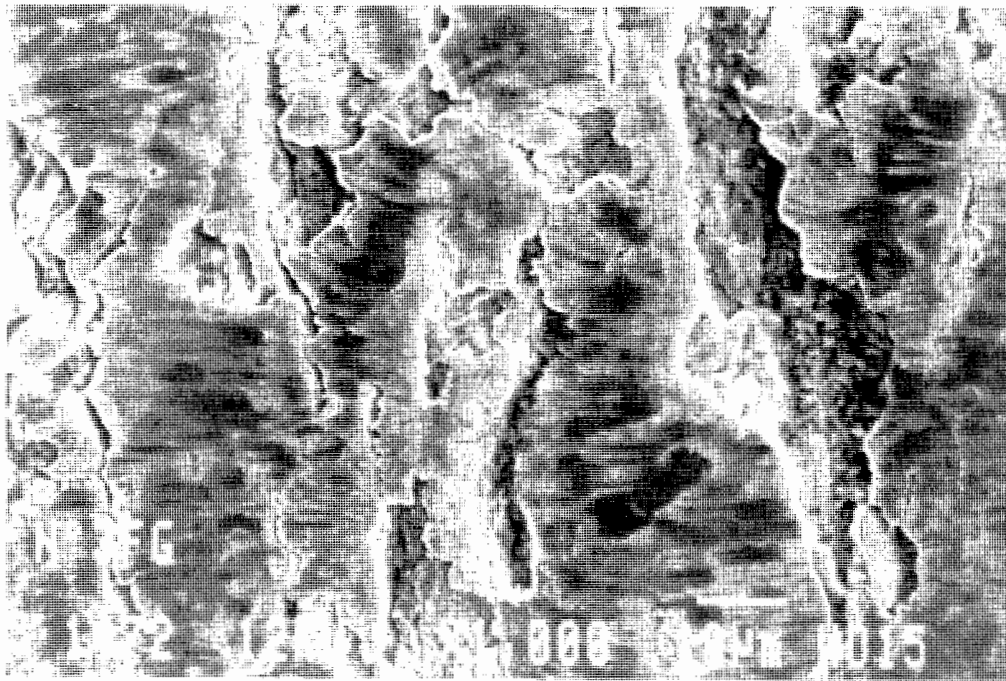


View of a flank surface with micropitting at low magnification.  
(× 15)

Détail de la surface d'un flanc avec micropiqûres sous un faible grossissement.  
(× 15)

**4.1.3 Micropitting (continued)**

**4.1.3 Micropiqûres (suite)**



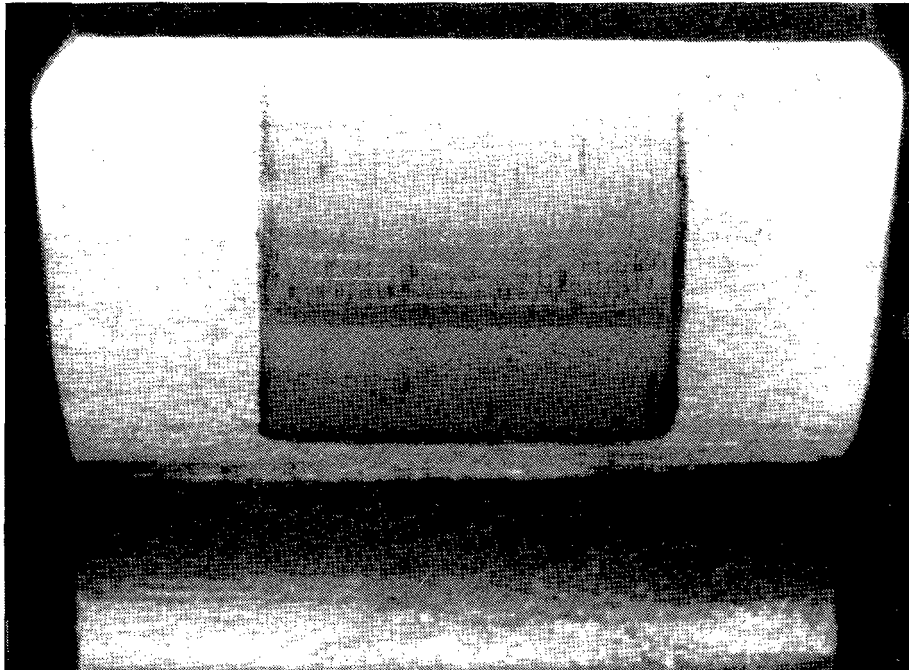
Direction of sliding ← or/ou → Sens du glissement

Detail of a micropitted surface at high magnification.  
(× 1 000)

Détail de micropiqûres sous fort grossissement.  
(× 1 000)

4.1.3 Micropitting (*concluded*)

4.1.3 Micropiqûres (*fin*)



View showing micropits distributed evenly with high density on dedendum flank of a case-hardened pinion tooth.

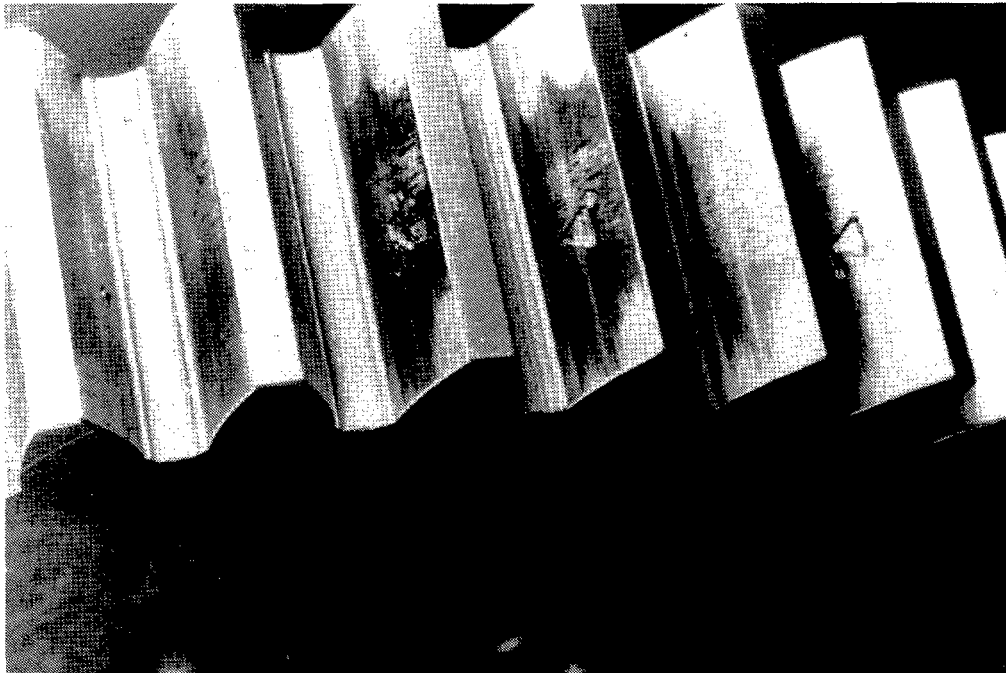
On trouve des micropiqûres dont la densité est importante et qui sont régulièrement disposées au-dessous du cylindre primitif de fonctionnement d'un pignon cémenté trempé.

**4.2 Flake pitting**

**4.2 Piqûres en écailles**

A form of tooth-surface damage involving the breaking out of thin flakes of material of comparatively large area, leaving shallow cavities of roughly constant depth shaped like inverted triangles.

Forme de défaut de surface se traduisant par l'arrachement de minces écailles de métal ayant une surface relativement importante, et laissant des cavités de profondeur grossièrement constante et de forme triangulaire inversée.



Flake pitting present on the active flanks of a heavily crowned spur gear.

This through-hardened gear sustained a heavy overload which was the cause of the damage.

Piqûres en écaille visibles sur les flancs actifs d'une roue à denture droite qui a été réalisée avec un bombé important.

Cette roue est traitée dans la masse et elle a dû supporter au cours de son fonctionnement une surcharge importante qui a été la cause de cette dégradation.

### 4.3 Spalling

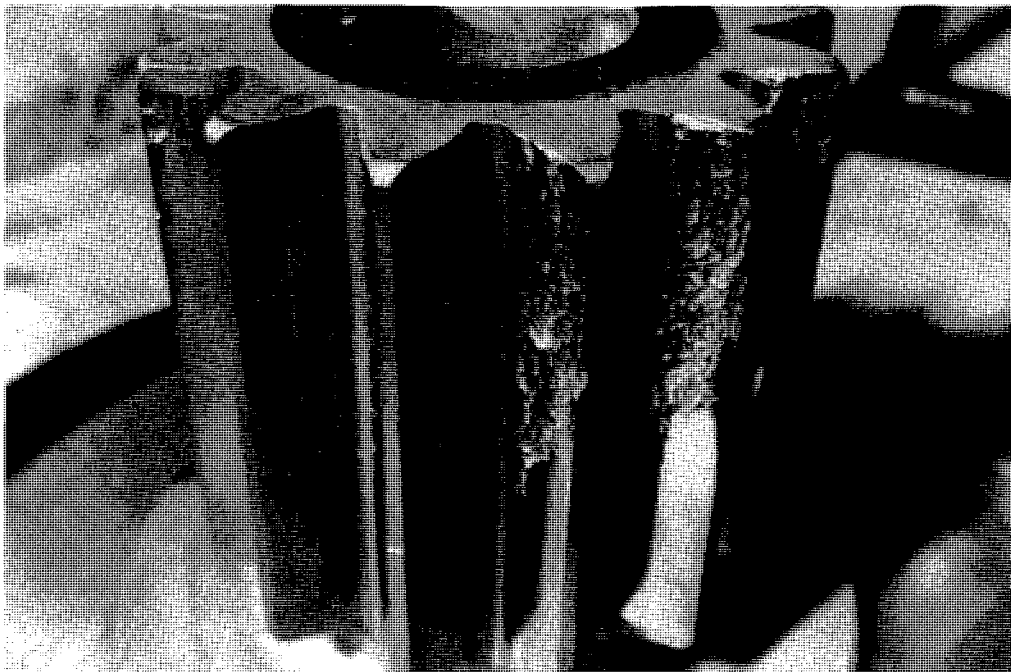
This term is sometimes used instead of the term flake pitting (4.2), but it is particularly used for similar damage in which the detached fragments tend to be thicker than the hardened layer and of irregular shape.

Spalling is a progressive macropitting that occurs when pits coalesce and form irregular craters that cover a significant area of the tooth surface.

### 4.3 Écaillage

Ce terme est parfois utilisé pour les piqûres en écailles (voir 4.2), mais il est à utiliser particulièrement pour un défaut similaire dans lequel les fragments détachés tendent à être plus épais que la couche durcie et de forme irrégulière.

L'écaillage est un développement progressif de piqûres en écailles qui apparaissent lorsqu'elles se rejoignent et couvrent une surface importante de la dent.



Spalling which has appeared at the most heavily loaded regions of several teeth of a nitride-hardened pinion.

Un écaillage est apparu dans la partie la plus chargée de plusieurs dents d'un pignon nitruré.

**4.4 Case crushing**

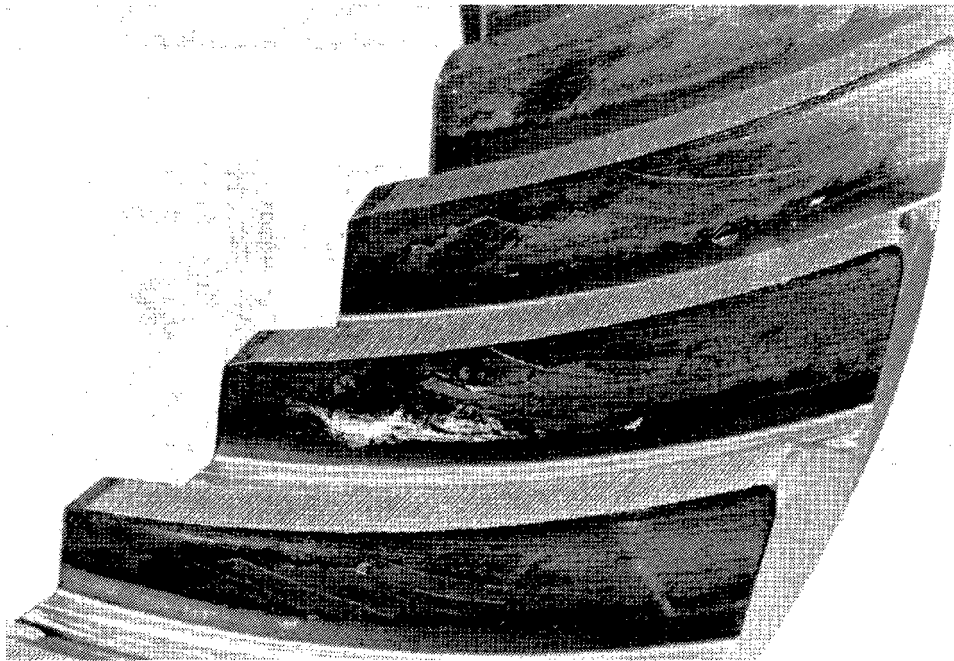
It is the appearance presented when large shards of case-hardened material have become detached due to propagation of cracks, usually along the case/core transition zone.

The result is a severe form of spalling.

**4.4 Dislocation**

Elle se traduit par de gros fragments de matériau durci se détachant en suivant les fissures qui se sont propagées dans la zone de transition entre le cœur et la couche durcie.

Il en résulte une forme excessive d'écaillage.



Case crushing of the working flanks of a case-hardened spiral bevel gear. Numerous cracks in the teeth can be seen in the direction of the lines of contact with the pinion. A quantity of material has broken out from one flank leaving a large cavity.

Ces dislocations sont survenues sur les flancs actifs d'une roue conique à denture spirale cémentée trempée. De nombreuses fissures sont visibles sur les dents; elles sont toutes orientées dans la direction des lignes de contact avec le pignon. Une écaille de taille importante est partie et elle laisse une large cavité sur un des flancs.

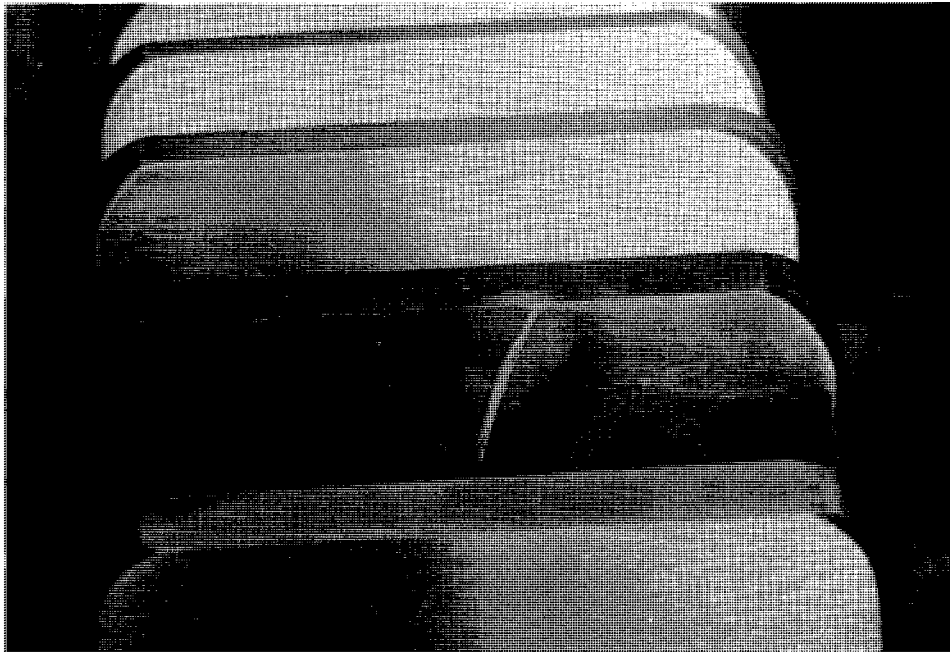


**5 Fissures and cracks**

In components, fissures and cracks which may have occurred as a result of any one of several causes, such as grinding abuse, improper heat treatment, overstress or defective material. These are dealt with separately in the following items.

**5 Fissures et criques**

Dans les composants mécaniques, les fissures et criques peuvent être dues à une ou plusieurs causes telles que défauts de rectification, traitement thermique inadéquat, dépassement de contrainte ou matériau défectueux. Elles sont décrites séparément ci-après.

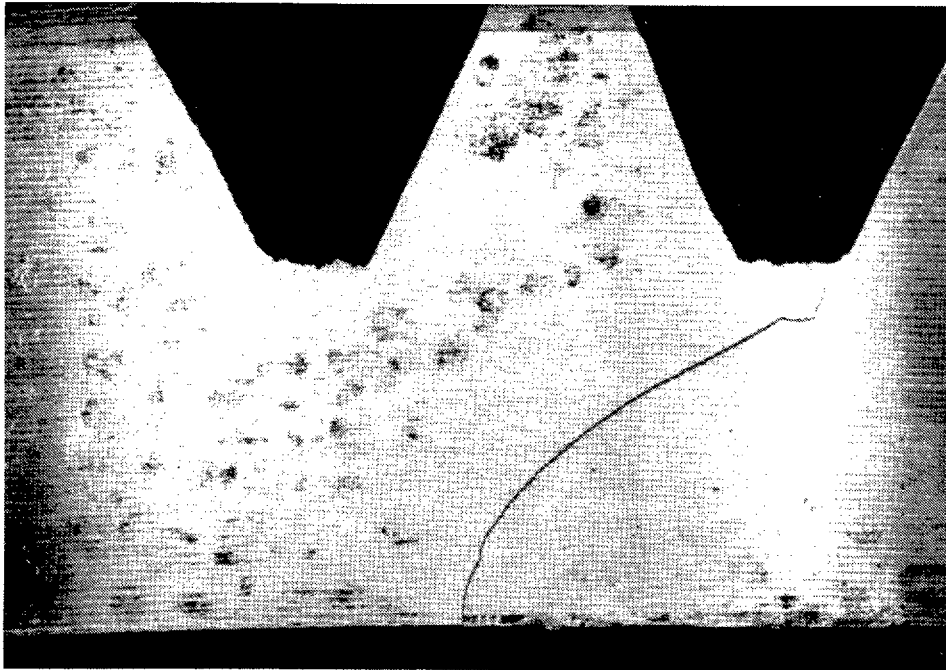


Crack caused by a forging defect which has appeared during the gear-cutting operation.

Crique provoquée par un défaut de forge initié au moment de l'élaboration de la roue. Cette crique est apparue au cours de l'opération de taillage des dents.

**5 Fissures and cracks (concluded)**

**5 Fissures et criques (fin)**



Crack in the rim of a wheel due to inadequate rim thickness.

Fissure dans la jante d'une roue due à une insuffisance d'épaisseur.

**5.1 Hardening cracks (Quench cracks)**

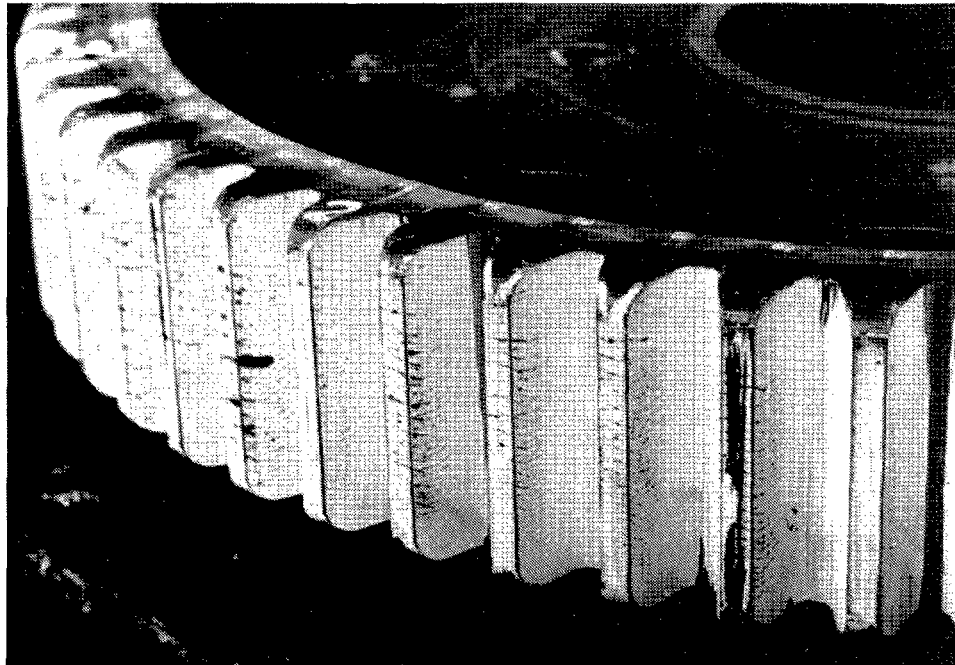
Cracks caused by excessively high internal stresses generated during heat treatment. These are usually but not exclusively induced during the quench process. Tooth surfaces partially hardened by flame or induction hardening processes are more prone to this form of damage than are the tooth surfaces of gears hardened by full-contour or through-hardening processes.

Sometimes cracks initiated during quenching become visible only after the elapse of some time or during the course of a grinding operation.

**5.1 Tapure**

Fissure causée par des contraintes internes trop élevées générées pendant le traitement thermique. Elles apparaissent généralement, mais pas uniquement, pendant la trempe. Les surfaces de dents partiellement durcies à la flamme ou par induction sont plus sujettes à ce défaut que les surfaces de dents traitées à cœur.

Quelquefois, ces tapures, qui se sont générées au cours de la trempe, n'apparaissent qu'après un certain temps ou au cours de l'opération de rectification.



Hardening cracks which have formed at the tooth tips of a gear. (Such cracks commonly appear in this region.)

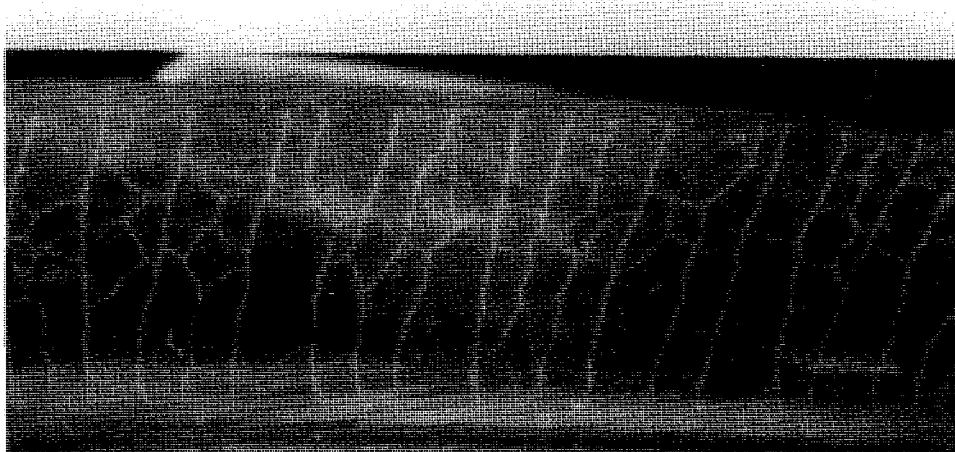
Tapures de trempe qui se sont développées sur le sommet des dents d'une roue. En général, de telles fissures se forment toujours dans cette partie de la denture.

**5.2 Grinding cracks**

Surface cracks which emerge, usually in a more or less regular pattern, during or following a grinding operation. The cracks are short, not very deep and appear as a series of roughly parallel fissures, usually perpendicular to the path of the grinding wheel, or in a crazed pattern. They may appear in association with grinding burn, which is detectable by means of nital etch.

**5.2 Criques de rectification**

Fissures superficielles d'aspect plus ou moins régulier, apparaissant pendant ou après une opération de rectification. Les criques sont courtes et pas très profondes. Elles apparaissent comme une série de fissures approximativement parallèles entre elles et habituellement perpendiculaires au mouvement d'usinage de la meule ou aussi comme un réseau de craquelures. Elles peuvent se former souvent en association avec des brûlures de rectification qui peuvent être mises en évidence par attaque au nital.



Grinding cracks with a crazed pattern on a flank of a case-hardened and ground pinion.

Criques de rectification semblables à un réseau de craquelures qui sont visibles sur un flanc d'un pignon cémenté trempé rectifié.

**5.3 Fatigue cracks**

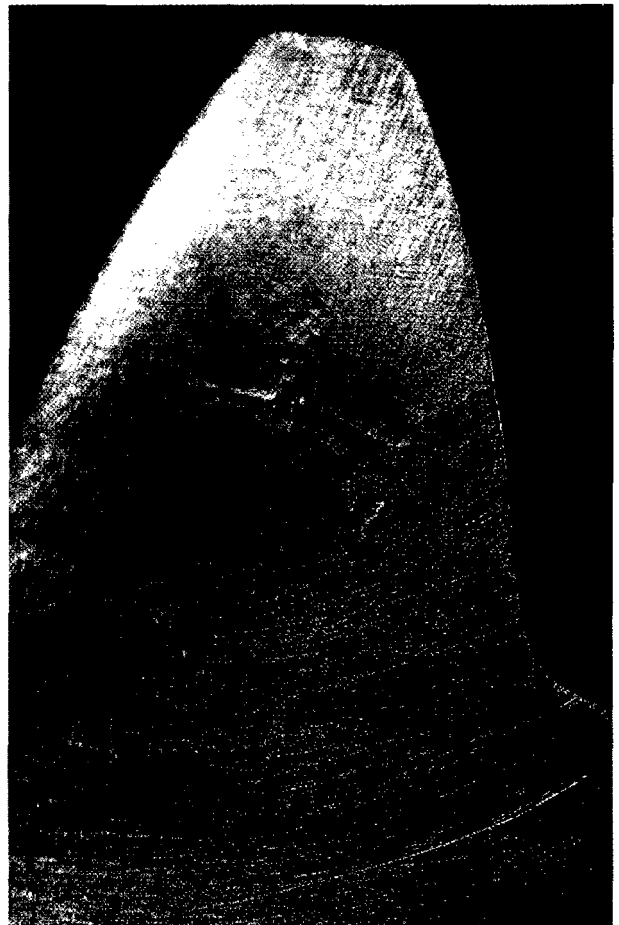
Cracks which propagate under the influence of repeated alternating or cyclic stresses which may be considerably below the tensile strength of the material. Sometimes a crack initiated by an overload will propagate slowly like a fatigue crack.

**5.3 Fissures de fatigue**

Fissures se développant sous l'influence d'une variation répétée, ondulée ou alternée de contraintes qui peuvent être nettement inférieures à la limite de rupture du matériau. Parfois, une fissure initialisée par une surcharge peut se propager lentement comme une fissure de fatigue.

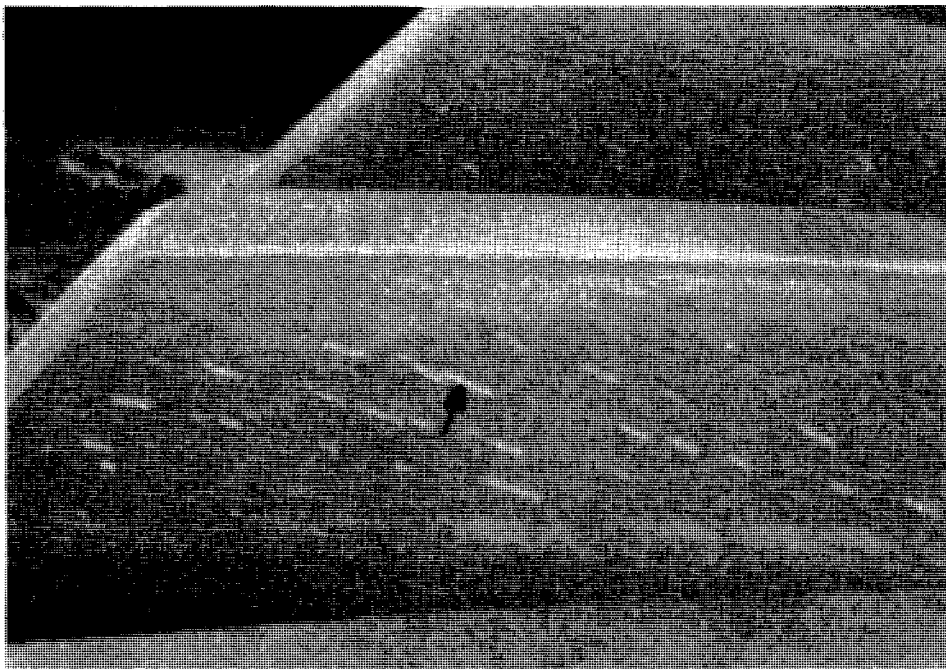
Fatigue crack which has appeared in the tooth root fillet below the loaded flank of the gear tooth.

Fissure de fatigue qui s'est formée dans l'arrondi en pied du côté chargé de la dent de l'engrenage.



**5.3 Fatigue cracks (concluded)**

**5.3 Fissures de fatigue (fin)**



Surface cracks formed along lines of contact in the tooth flanks of a nitride-hardened pinion.

Fissures de fatigue superficielles qui sont apparues le long des lignes de contact sur les flancs des dents d'un pignon nitruré.

<b>6 Tooth breakage</b>	<b>6 Rupture de dent</b>
<b>6.1 Overload breakage</b>	<b>6.1 Rupture par surcharge</b>
<p>This type of breakage usually occurs as a result of a single application or very few applications of very high load. Sometimes a crack initiated by an overload will progress as a fatigue crack with slow propagation in which there is usually evidence of fretting corrosion in the region of the initial crack. Three types of overload fracture surfaces are to be found:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— brittle fracture;</li> <li>— ductile fracture;</li> <li>— semi-brittle fracture.</li> </ul>	<p>Ce type de rupture survient en général à la suite de l'application d'une seule ou d'un très petit nombre de surcharges très élevées. Parfois, une fissure amorcée au cours d'une surcharge évoluera ensuite comme une fissure de fatigue en se développant lentement. On trouve en général des traces de corrosion de contact à l'endroit de la fissure initiale. On rencontre trois types de surfaces de rupture par surcharge:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— rupture fragile;</li> <li>— rupture ductile;</li> <li>— rupture semi-fragile.</li> </ul>
<p>(Not illustrated)</p>	<p>(Pas d'illustration)</p>

<p><b>6.1.1 Brittle fracture</b></p>	<p><b>6.1.1 Rupture fragile</b></p>
<p>Fracture along cleavage planes (transcrystalline) and/or by grain boundary separation (intercrystalline), characterized by a lack of visible plastic deformation. When fracture along cleavage planes occurs, bright facets are often to be seen.</p>	<p>Rupture le long des plans de clivage (transcristalline), et/ou aux limites des cristaux (intercristalline), caractérisée par l'absence de déformation plastique visible. Quand la cassure se fait selon les plans de clivage, il apparaît souvent des facettes lisses.</p>
<p><b>6.1.2 Ductile fracture</b></p>	<p><b>6.1.2 Rupture ductile</b></p>
<p>Fracture surface having a matt and often fibrous appearance characterized by the presence of visible plastic deformation.</p> <p>Sometimes a crack caused by overload or a combination of overload and fatigue may end in final breakage by the shearing of the residual uncracked material in the path of the crack. In such cases, the sheared zone usually takes the form of a bead or rounded hump (humped shear zone), extending along that side of the fracture surface nearest to the non-working flank.</p> <p>Overload breakage often involves damage to several teeth, whereas breakage resulting from a fatigue crack usually affects only one tooth.</p>	<p>Rupture ayant une surface d'aspect mat et souvent fibreux, caractérisée par la présence de déformation plastique visible.</p> <p>Parfois, une fissure causée par une surcharge ou par une combinaison de surcharge et de fatigue peut finir par une rupture en cisaillement de la matière résiduelle saine dans le prolongement de la fissure initiale. Dans de tels cas, la zone cisailée prend habituellement l'allure d'un bourrelet ou d'une bosse arrondie (zone bombée de cisaillement) s'étendant près du bord de la surface de rupture la plus proche du flanc non actif.</p> <p>Les ruptures par surcharge impliquent souvent plusieurs dents, alors que les ruptures dues à une fissure de fatigue n'affectent habituellement qu'une seule dent.</p>

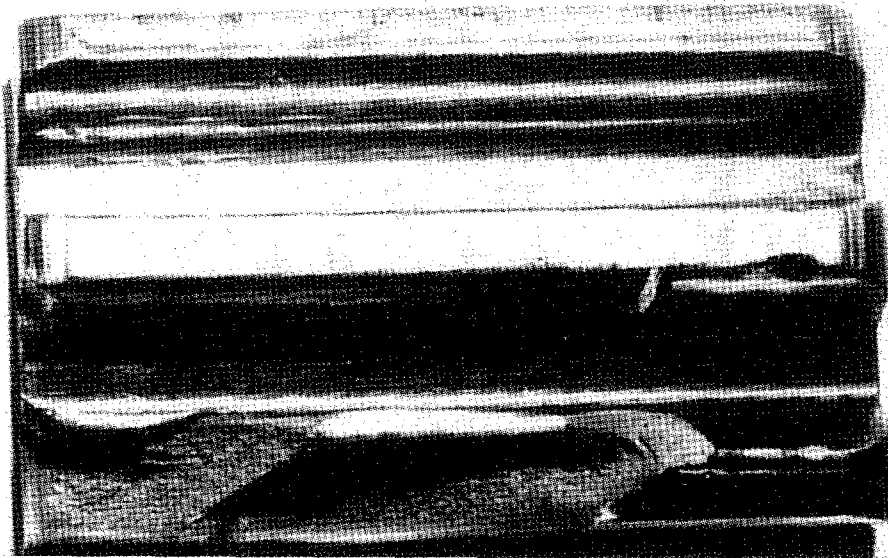
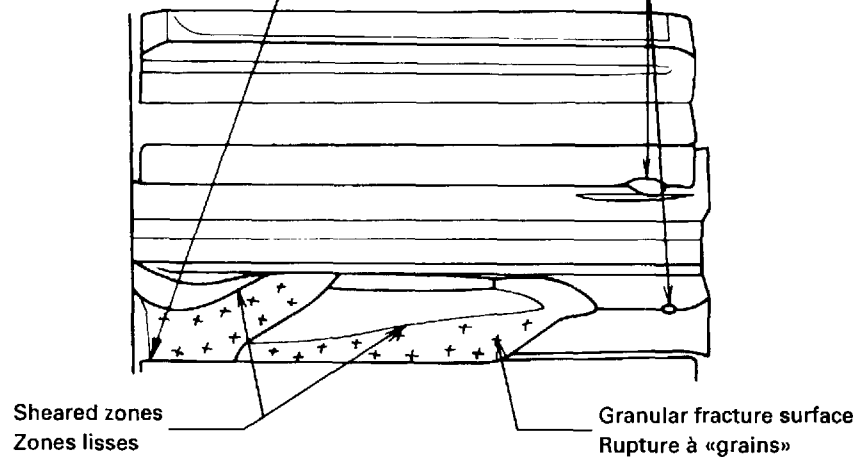


## 6.1.2 Ductile fracture (concluded)

## 6.1.2 Rupture ductile (fin)

Worn: began in hardened layer from a superficial treatment  
Liseré provenant d'un traitement superficiel

Plastic deformation  
Déformations plastiques



Overload breakage of a pinion tooth.

Rupture par surcharge d'une dent d'un pignon.

The breakage surface presents:

- granular fracture surfaces due to breakage because of overstress in tension (brittle fracture);
- smooth mounds showing where metal has sheared (ductile shear).

La surface de rupture présente:

- des zones granuleuses où le matériau s'est rompu car il n'a pas pu supporter les contraintes de traction imposées (zones de rupture fragile);
- des zones avec des bourrelets lisses qui indiquent que le métal n'a pas pu supporter les contraintes de cisaillement (zones de rupture ductile).

**6.1.3 Semi-brittle fracture**

This type of fracture has little or no plastic deformation. Marks in a herringbone pattern can be seen on the fracture surface. These marks indicate the occurrence of a series of alternate brittle and more or less ductile fractures.

Commonly, herringbone marking appears when the thickness of the tooth root is small compared to the facewidth of the gear.

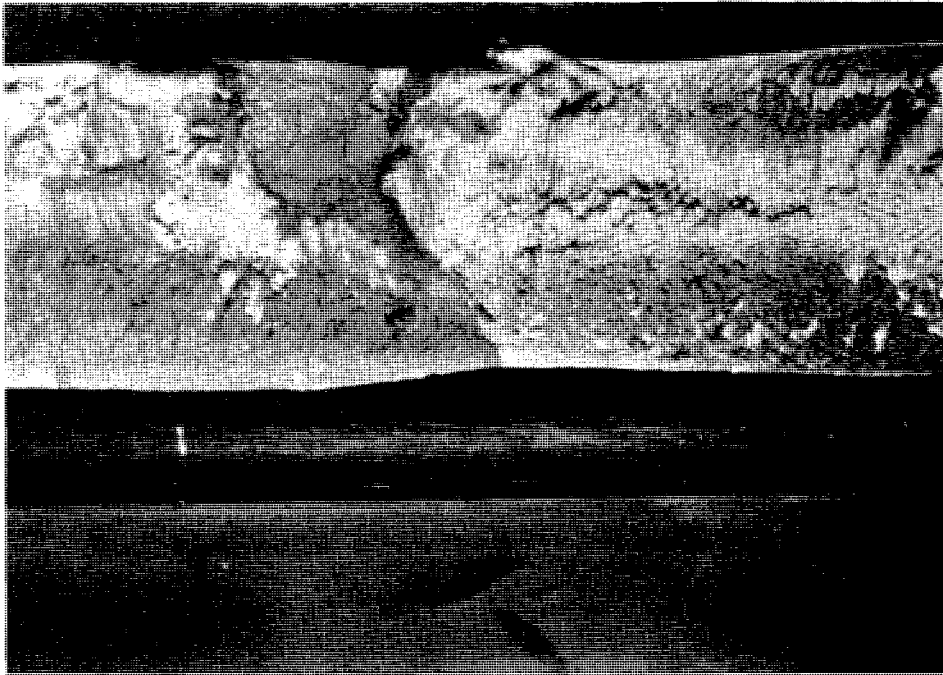
The apexes of herringbone marks always point towards the fracture origin.

**6.1.3 Rupture semi-fragile**

Ce type de rupture présente peu ou pas de déformation plastique. Sur la surface rompue, on trouve des marques ayant l'aspect de chevrons. Ces derniers sont formés par une alternance de zones de rupture fragile et de rupture locale plus ou moins ductile.

En général, les chevrons se forment chaque fois que l'épaisseur résiduelle des dents en pied est relativement faible par rapport à la largeur de denture.

La pointe des chevrons est toujours orientée vers l'initiation de la rupture.



Fracture surface of a tooth which has sustained a very high alternating load for a small number of cycles.

Surface de rupture d'une dent ayant subi de très fortes sollicitations sous charge alternée pendant un faible nombre de cycles.

**6.2 Tooth shear**

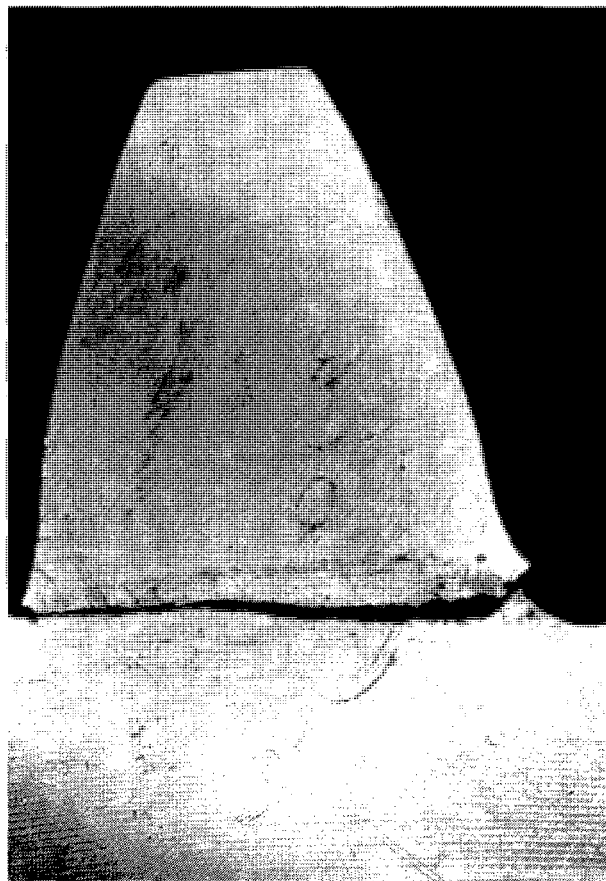
When teeth are sheared from gears, the appearance of the sheared surfaces is similar to that of machined surfaces. This form of damage is mostly confined to gears made of relatively low-strength material which are meshed with gears made of stronger materials. Tooth shear is almost always caused by a single severe overload.

**6.2 Cisaillement de dent**

Quand les dents sont cisailées, l'aspect de la cassure est semblable à celui d'une surface usinée. Cette forme de défaut ne se rencontre en général que sur les roues faites d'un matériau à faible limite de rupture qui engrènent avec des roues d'un matériau plus résistant. Les cisaillements sont dus dans la plupart des cas à une très forte surcharge isolée.

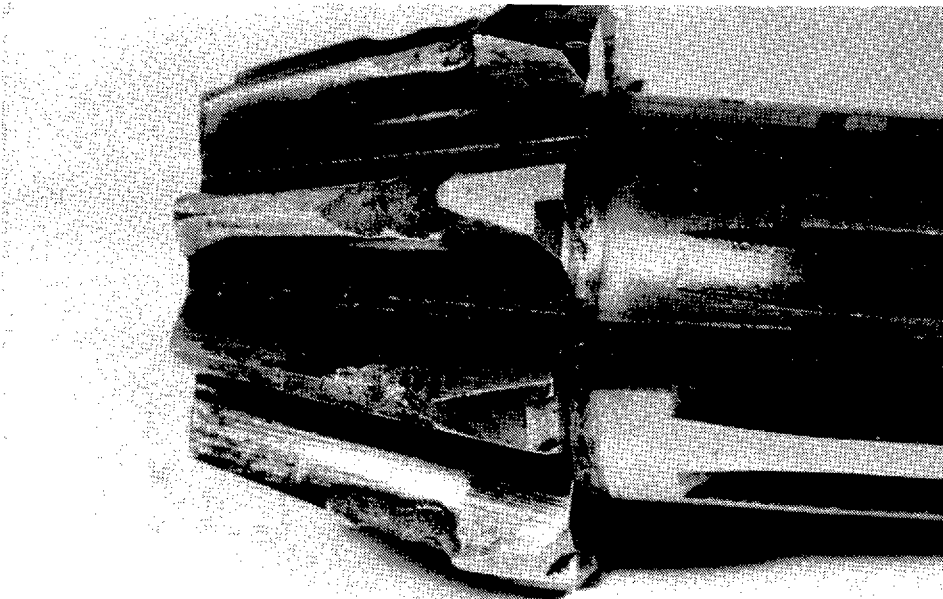
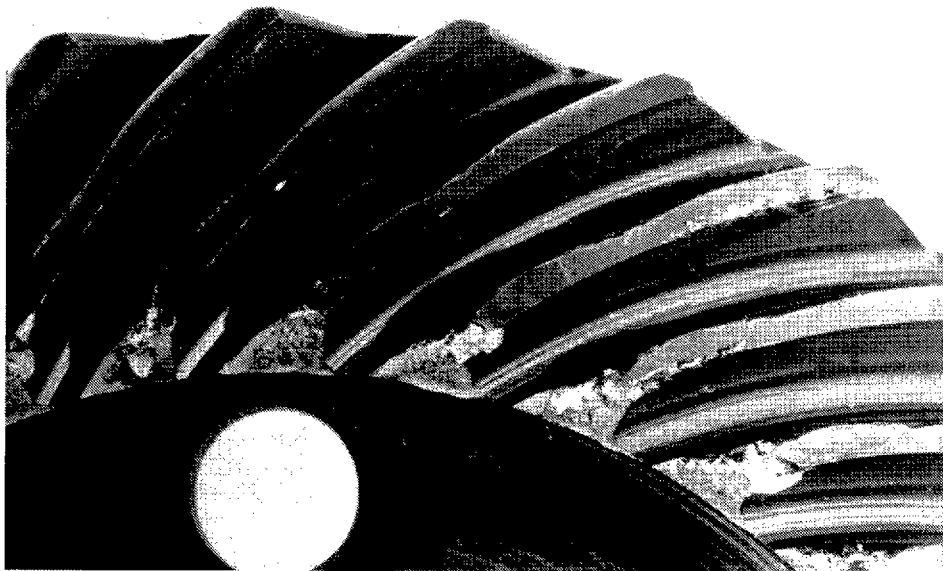
This tooth has been sheared by a single and severe overload which has been applied on its right flank. (Bending overload.)

Cette dent a été cisailée par l'application d'une surcharge unique mais très élevée sur son flanc droit. (Surcharge de flexion.)



6.2 Tooth shear (concluded)

6.2 Cisaillement de dent (fin)



The two illustrations show that tooth ends, or pieces near tooth ends, have been broken from all teeth of the gears.

Sur ces deux clichés, on voit toutes les dents cisailées soit à leur extrémité, soit dans leur voisinage.

These two gears have been damaged because the distribution of load between the mating teeth has been drastically changed by the failure of a bearing.

Dans ces deux cas, cette détérioration est survenue suite à la dégradation brutale de la portée des dents résultant de la rupture d'un roulement.

### 6.3 Breakage after plastic deformation (Smearred fracture)

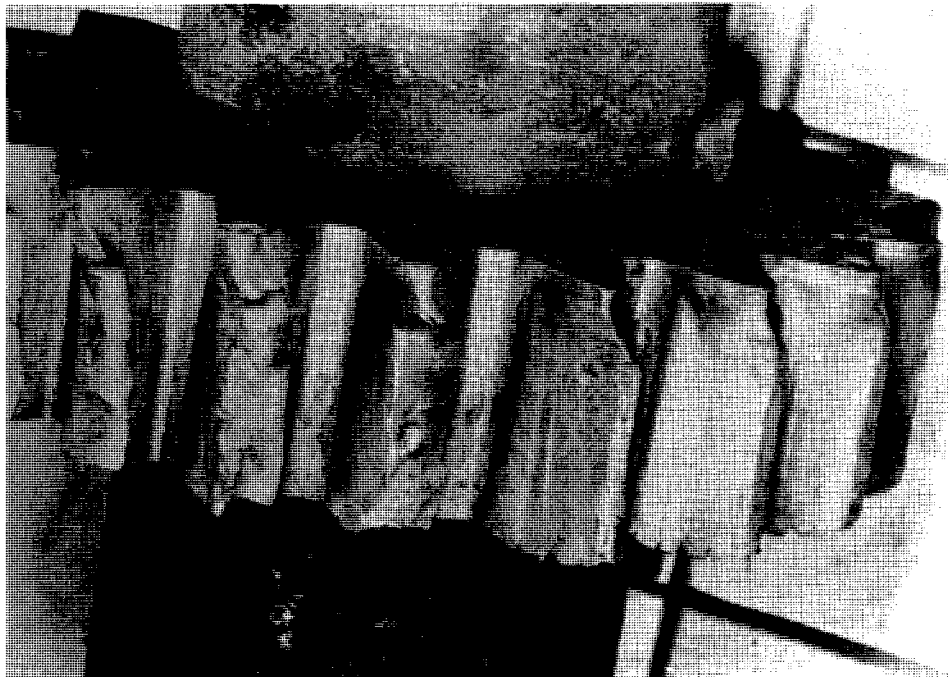
All such fractures begin with gross plastic deformations of the teeth before final breakage. Usually, all the teeth suffer damage which occurs because the material is unable to support the applied load:

- when the stress due to load exceeds the material strength (cold flow then fracture);
- when the gear material is weakened by overheating during operation (hot flow then fracture).

### 6.3 Rupture après déformation plastique

Toutes ces ruptures commencent par des déformations importantes des pièces avant la rupture finale. En général, elles affectent toutes les dents de l'engrenage et se produisent lorsque le matériau n'est plus capable de supporter la charge transmise:

- soit que cette charge soit trop élevée dans le cas de matériaux à faible limite de rupture (ruptures par fluage à froid);
- soit que la température atteinte au cours de l'engrènement ait occasionné une perte de caractéristiques mécaniques des matériaux (ruptures par fluage à chaud).

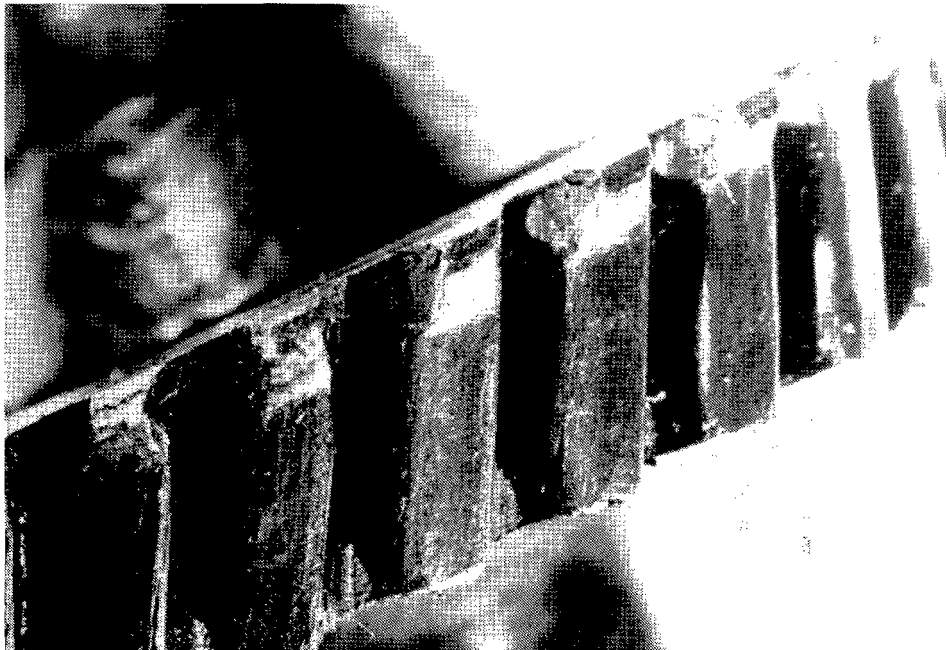


Cold flow followed by fracture of soft steel pinion teeth.

Rupture par fluage à froid des dents d'un pignon en acier non traité.

**6.3 Breakage after plastic deformation**  
**(Smearred fracture) *(concluded)***

**6.3 Rupture après déformation plastique**  
***(fin)***



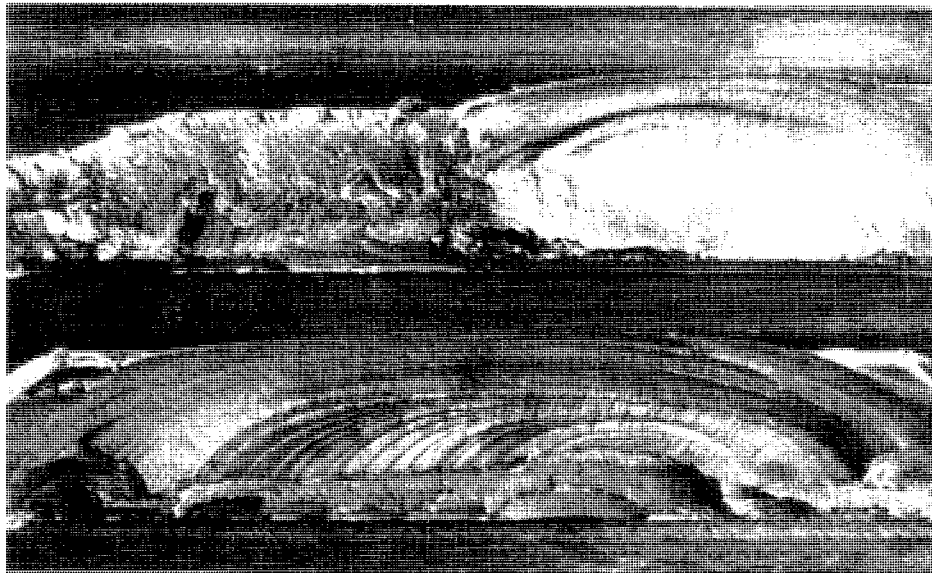
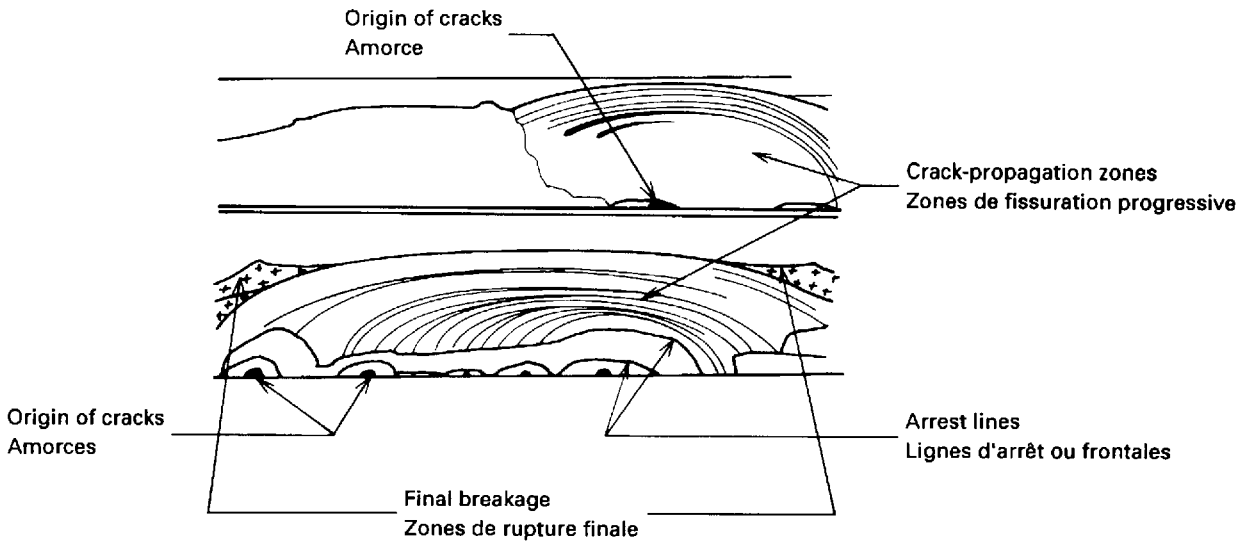
Hot flow fracture of a wheel after severe scuffing.

Rupture par fluage à chaud survenu après un grippage sévère.

<b>6.4 Fatigue breakage</b>	<b>6.4 Rupture par fatigue</b>
<b>6.4.1 Bending fatigue</b>	<b>6.4.1 Fatigue de flexion</b>
<p>Tooth breakage involving the propagation of a crack during a large number of cycles of load application.</p> <p>The fracture surface consists of two different zones, the fatigue and final fracture surfaces. The fatigue zone is free from any visible sign of plastic deformation. The surface is smooth, matt in appearance, possibly traversed by arrest lines, and may exhibit steps between successive crack-propagation stages.</p> <p>The appearance of the final fracture surface may correspond to one or the other of the surfaces produced by overload fracture.</p>	<p>Rupture de dent impliquant qu'une fissure s'est développée pendant un grand nombre de cycles de charge.</p> <p>La surface de rupture présente deux zones, la zone de fatigue et la zone de rupture finale. La zone de fatigue ne présente aucun signe visible de déformation plastique. Sa surface est lisse d'apparence mate, parfois traversée par des «lignes d'arrêt» et on peut y voir les étapes successives de propagation de la fissure.</p> <p>L'aspect de la zone de rupture finale peut correspondre à un ou plusieurs types de surfaces produites par une rupture par surcharge.</p>

6.4.1 Bending fatigue (continued)

6.4.1 Fatigue de flexion (suite)



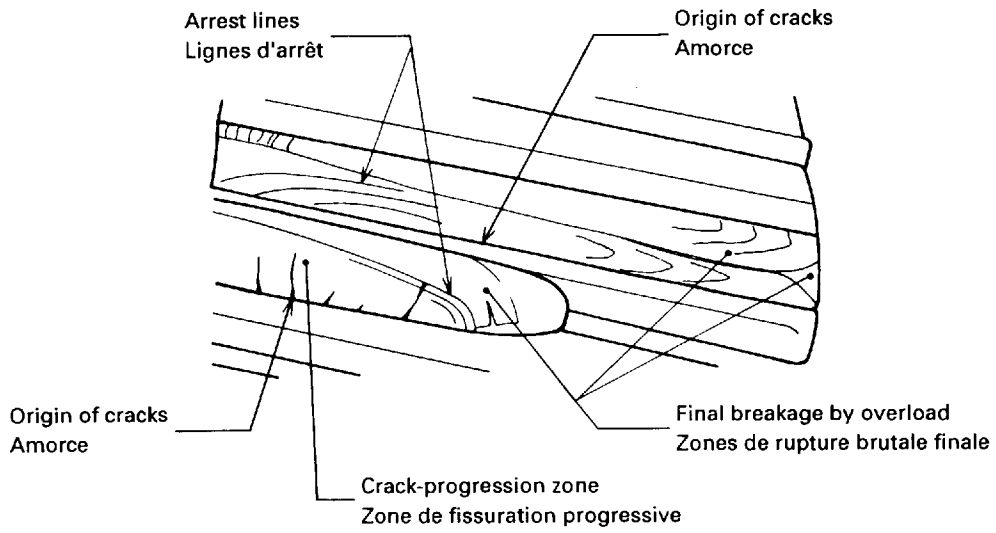
Fatigue breakage of two teeth.

Rupture par fatigue de deux dents.



6.4.1 Bending fatigue (continued)

6.4.1 Fatigue de flexion (suite)

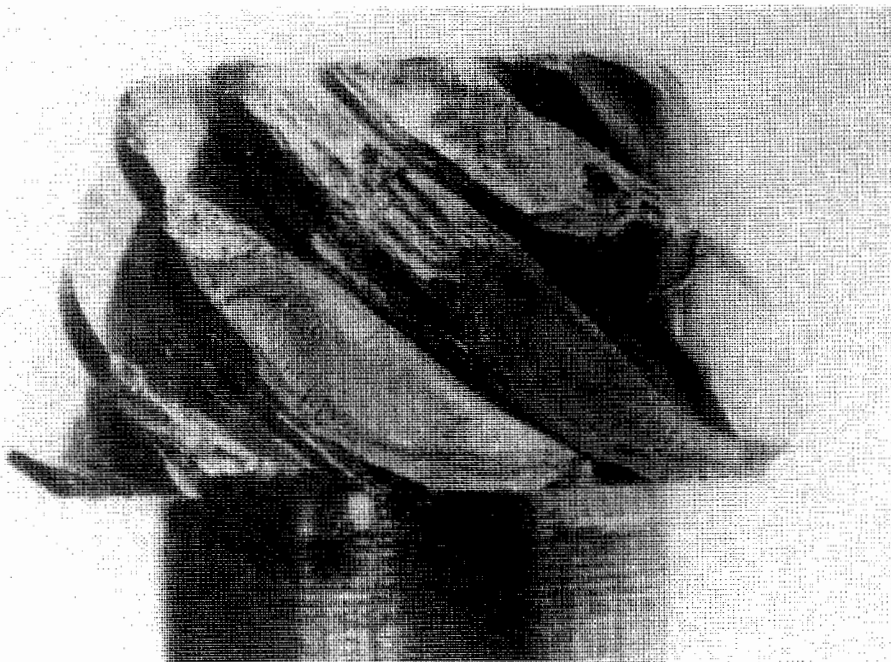
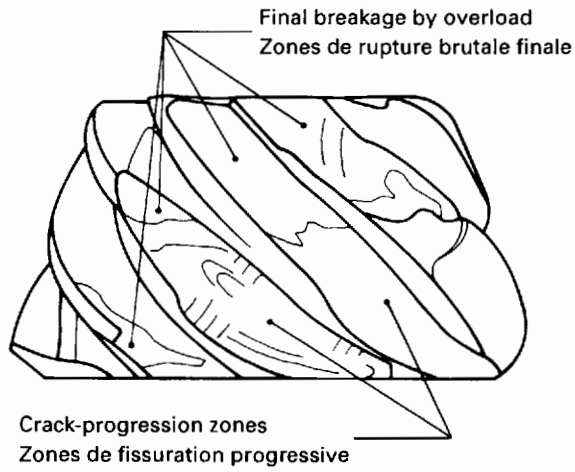


Fatigue breakage of two teeth of a helical pinion.

Rupture par fatigue de deux dents d'un pignon hélicoïdal.

6.4.1 Bending fatigue (continued)

6.4.1 Fatigue de flexion (suite)

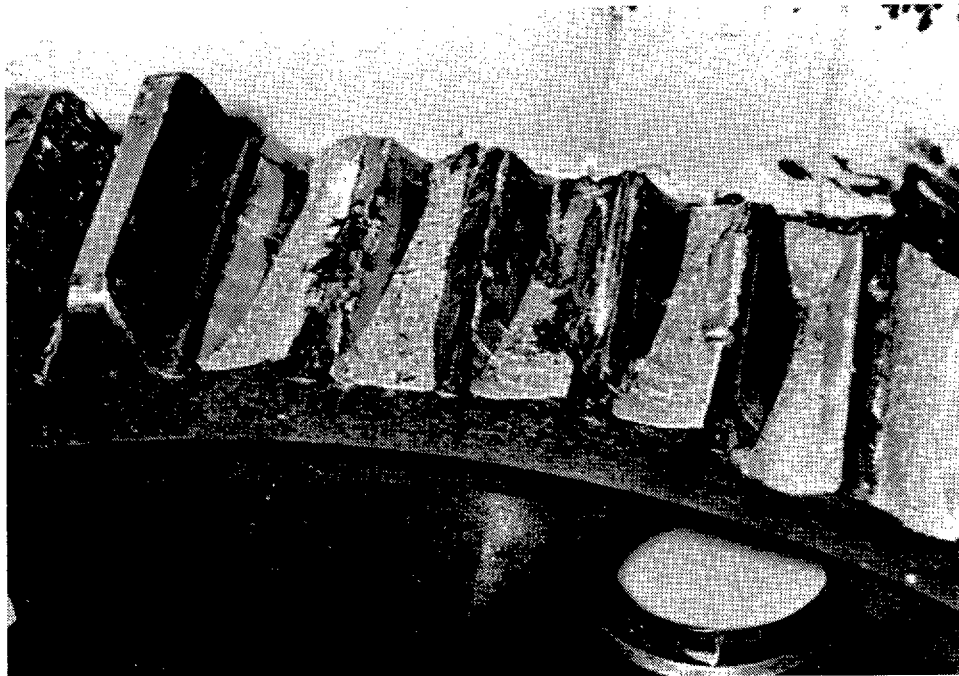
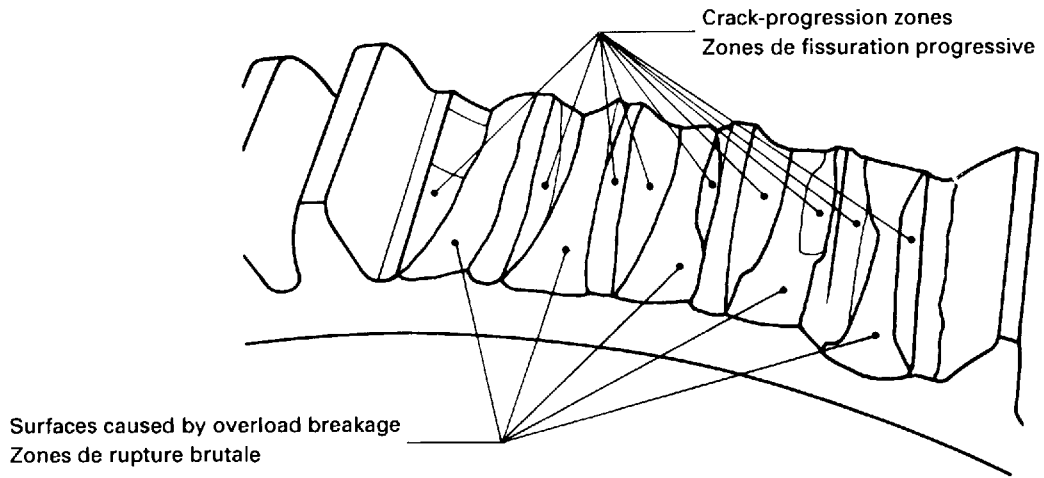


Fatigue breakage of two teeth of spiral bevel pinion.

Rupture par fatigue de deux dents d'un pignon conique spiral.

6.4.1 Bending fatigue (concluded)

6.4.1 Fatigue de flexion (fin)



Fatigue breakage of several teeth that were loaded on both flanks with the final breakage beginning at the midface width.

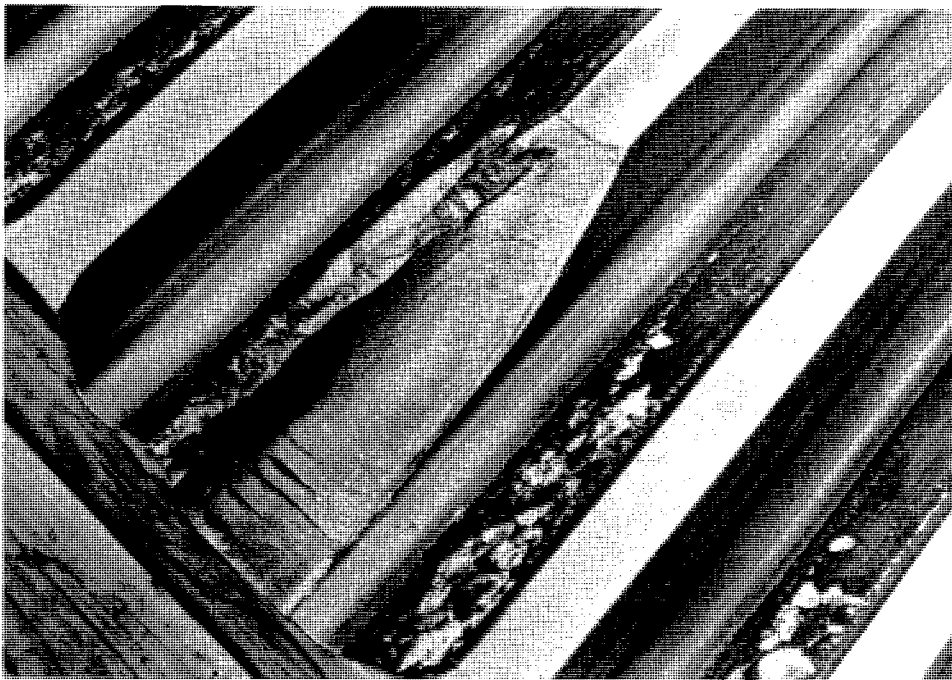
Rupture par fatigue de plusieurs dents d'une couronne sollicitées sur les deux flancs et conduisant à une rupture finale située au milieu des dents.

**6.4.2 Tooth end breakage**

Breakage at an end of a cylindrical or a bevel gear tooth, commonly attributable to concentration of load at that end.

**6.4.2 Rupture par surcharge d'extrémité de dent**

Il s'agit d'une rupture d'extrémité de dent affectant les engrenages cylindriques ou les engrenages coniques, et attribuable à une portée concentrée près d'une extrémité de la denture.



On these teeth the transmitted load is concentrated on a small part of the flanks near one end. The consequence is the formation of severe pitting which initiated the fatigue breakage at the next tooth.

Sur ces dents la charge transmise est concentrée sur une petite partie de la surface des flancs près d'une extrémité. La conséquence est la formation d'un foisonnement de piqûres en écailles qui ont entraîné la rupture de l'extrémité de l'une des dents par fatigue.

---

---

**ICS 01.040.21; 21.200**

**Descriptors:** gears, teeth (mechanical), surface condition, deterioration, wear, damage, vocabulary. / **Descripteurs:** engrenage, denture, état de surface, dégradation, usure, dégât, vocabulaire.

Price based on 61 pages / Prix basé sur 61 pages

---

---