**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

**TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

**SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**

**- U4.2 -**

**Sous-épreuve commune aux deux options**

SESSION 2025

\_\_\_\_\_

Durée : 2 heures

Coefficient : 2

**\_\_\_\_\_**

**Matériel autorisé :**

- L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.

- L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège », est autorisé.

**Documents à rendre avec la copie :**

- Annexe 2a page 8/12

- Annexe 2b page 9/12

- Annexe 2c page 10/12

- Annexe 3 page 11/12

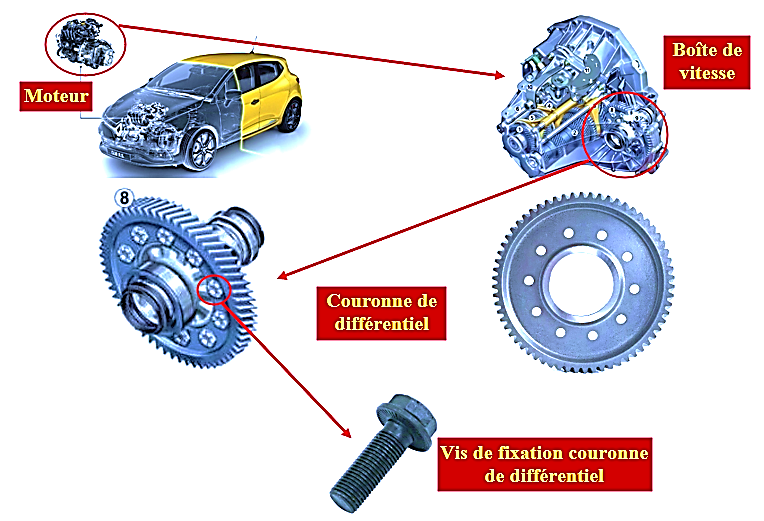
- Annexe 4 page 12/12

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu’il est complet.

Le sujet comporte 12 pages, numérotées de 1/12 à 12/12.

**Présentation de l’entreprise et objet de l’étude**

Une entreprise spécialisée dans la fourniture de **composants métalliques** utilisés dans l’**industrie automobile** (blocs moteurs, arbres, culasses, engrenages, …) reçoit, de la part d’une entreprise fabriquant des voitures, une commande d’un minimum de 5000 **couronnes de différentiel** par an.



Pièce repère n° 12

Sous-ensemble repère n° 8

Pièce repère n° 4 et n°12

Pièce repère n° 4

**Sous ensemble différentiel**

**Pièces étudiées**

(Source Designmoteur)

Les engrenages sont utilisés pour transmettre le couple d’un moteur à l’unité d’entraînement par l’intermédiaire d’une boite de vitesse décrite en annexe 1 page 7. L’exigence pour les engrenages est qu’ils ne doivent pas se briser, même sous une contrainte extrême. Afin de résister aux chocs ou de pouvoir résister de manière élastique en cas d’augmentation brutale du couple, les dents nécessitent à la fois une certaine résistance sur le bord et une ténacité à l’intérieur.

L’étude portera essentiellement sur :

* **Partie I** : le **contrôle** des vis de fixation couronne de différentiel pièce repère n°12 (voir représentation ci-dessus). Ces vis assurent le serrage de l’ensemble couronne de différentiel pièce repère n°4 (voir représentation ci-dessus).
* **Partie II** : le **traitement thermique** et le **contrôle** de la couronne de différentiel pièce repère n°4 du sous ensemble différentiel pièce repère n°8 (voir représentation ci-dessus) afin d’améliorer à la fois la résistance et le comportement à l’usure du composant.
* **Partie III** : le **traitement de surface** appliqué aux vis de fixation pièce repère n°12 de la couronne de différentiel.

**PARTIE I : étude des vis de fixation n° 12**

**Objet de l’étude :** contrôler la réception d’un lot de vis par essai de traction.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Vis tête hexagonale TH M6x25**  **Embase/collerette crantée**  **Classe 10.9**  **Acier zingué** | **Forme :** Nervurée à tête hexagonale  **Classe de résistance :** 100 | **Dimensions :** | |
| **Cahier des charges**  L’entreprise établit, pour la vis, le cahier des charges suivant :  **Matière :** 30CrNiMo8.  **Caractéristiques mécaniques requises :**   * Rm : 1130-1330 MPa. * Rp0,2 ≥ 950 MPa. * A% ≥ 10. * KCU à 20°C : 50 J/cm2.   **Finition :** Protection anticorrosion.  **Série :** 50000 vis par an. | | **Gamme de fabrication simplifiée** | | |
| **Phase** | | **Opération** |
| **10** | | Débit du lopin |
| **20** | | Recuit à déterminer |
| **30** | | Formage de la tête par frappe à froid |
| **40** | | Usinage ébauche et semi-finition |
| **50** | | Traitements thermiques de trempe et revenu |
| **60** | | Usinage de finition au diamètre 10 mm et contrôle |
| **70** | | Protection contre la corrosion |

**I.1** Selon la désignation de l’acier utilisé pour la vis, **donner** sa famille de matériaux et sa composition, en écrivant, en toutes lettres, le ou les éléments d’alliage ainsi que leur teneur en pourcentage massique.

**I.2** Chaque lot de 100 vis est contrôlé en effectuant un essai de traction sur éprouvette normalisée. Après essai, on obtient la courbe de l’Annexe 4 page 12. Dans ce qui suit, on demande de réaliser toutes les constructions graphiques nécessaires sur cette annexe **(à rendre avec la copie)**.

**I.2.1 Relever** les valeurs de la charge à la limite d’élasticité **Fp0,2**et de la charge maximale **Fm**.

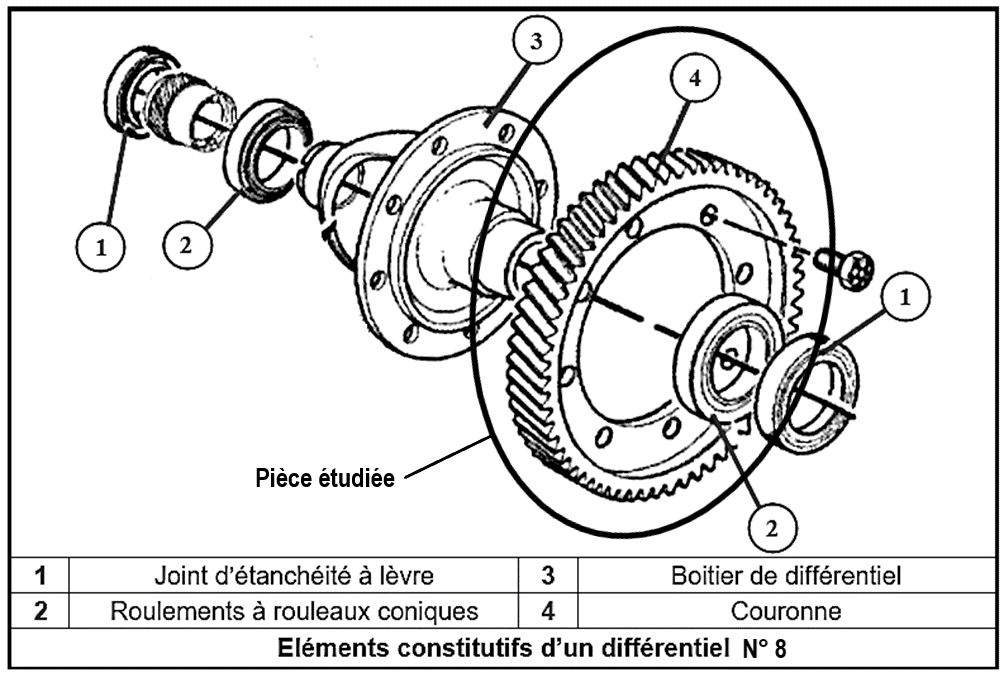
**I.2.2 Calculer** ensuite la limite d’élasticité **Rp0,2** puis la résistance maximale à la traction **Rm**.

**I.2.3 Calculer** l’allongement après rupture **A%** en traçant **ΔLu** après rupture.

**I.2.4** **Préciser** si les valeurs de Rp0,2, Rm et A% calculées correspondent au cahier des charges. **En déduire** si ce modèle de vis peut être retenu.

**I.3** **Donner** le type de traitement thermique de recuit de la phase 20 adapté aux opérations d’élaboration suivantes des phases 30 et 40. **Préciser** la température (à exprimer avec les points de transformation), le temps de traitement et le milieu de refroidissement.

**PARTIE II : étude du traitement thermique de la couronne de différentiel n° 4**



**Figure** 1 :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Cahier des charges**  L’entreprise établit, pour la couronne n°4, le cahier des charges suivant :  **Matière :** acier à déterminer.  **Brut :** obtenu par **forgeage** à partir d’une préforme **à chaud**.  **Caractéristiques mécaniques requises :**   * 1850 ≥ Rm ≥ 1200 MPa. * Rp0,2 ≥ 950 MPa. * A% ≥ 8. * KCU ≥ 40 J/cm2.   **Série :** 5000 couronnes par an. | **Gamme de fabrication simplifiée** | |
| **Phase** | **Opération** |
| **10** | Débit ébauche tubulaire à chaud |
| **20** | Forgeage d’une préforme à chaud |
| **30** | Traitement thermique : recuit de régénération |
| **40** | Pré-usinage (ébauche et semi-finition) |
| **50** | Traitement thermique : trempe et revenu (à déterminer) |
| **60** | Usinage de finition |
| **70** | Contrôle final |

**Objet de l’étude :** faire le choix de la nuance d’acier et définir les paramètres de traitement thermique de la phase 50.

**II.1**  L’industriel est amené à choisir l’acier conforme à son cahier des charges après trempe et revenu (phase 50).

**II.1.1** Parmi les aciers proposés en Annexes 2A, 2B et 2C pages 8,9 et 10, **choisir** l’acier qui répond au cahier des charges. Les trois aciers doivent être graphiquement étudiés par des tracés, valeurs et commentaires. **Proposer** pour l’acier choisi une valeur précise de température de revenu convenable **(reporter le tracé sur chaque annexe (2A, 2B, 2C) à rendre avec la copie).**

**II.1.2** **Décoder** la désignation de l’acier choisi en écrivant, en toutes lettres, la famille de matériau, le ou les éléments d’alliage ainsi que leur teneur en pourcentage massique.

**II.2** À partir de la fiche technique de l’acier choisi (Annexe 2 page 8,9 ou 10), **dessiner** le cycle complet de traitement thermique (phase 50), en précisant la valeur des températures, les temps et les milieux de refroidissement.

**II.3** À la fin du traitement thermique de trempe, un échantillonnage au hasard est effectué sur chaque lot de pièces. Cette étape permet le contrôle de la structure micrographique.

**II.3.1** Sur un lot traité, on observe la structure micrographique présentée ci-dessous.

**Identifier** cette structure en mentionnant le (ou les) constituant(s) présents.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Structure échantillon lot n°50** |
| **Grossissement : X250**  **Réactif : Nital 3%**  **Dureté obtenue : 54HRC** |

**II.3.2** Sur l’Annexe 3 page 11 **(à rendre avec la copie)** représentant une courbe TRC schématisée :

**II.3.2.1** **Tracer** la loi de refroidissement la plus lente correspondant à la pièce dont la structure micrographique est représentée ci-dessus.

**II.3.2.2** **Préciser** comment se nomme cette vitesse.

**II.3.2.3** **Indiquer** le temps de refroidissement et la dureté prévisible.

**PARTIE III : Étude du traitement de surface des vis de fixation repère n° 12**

**Objet de l’étude :** protéger les vis de fixation de la couronne de différentiel repère n° 4 contre la corrosion.

Afin d’être protégées contre la corrosion les vis de fixation de la couronne de différentiel n°4, deux solutions sont envisagées. Elles peuvent être galvanisées à chaud avec une couche de zinc (500 g/m2 de protection). Elles peuvent également être traitées par zingage électrolytique d’une épaisseur de 12 μm.

1. **Expliquer** le principe de la galvanisation à chaud.
2. Dans le cas d’une galvanisation à chaud, **déterminer** l’épaisseur de traitement réalisée.

Pour cela, on donne :

|  |  |
| --- | --- |
| ● ρ = 7,14 kg.dm-3 | ● M = 500 g.m-2 |

1. Dans le cas d’un bain de zingage acide, pour une épaisseur de zinc de 12 μm, **déterminer** la durée de traitement.

Pour cela, on donne :

|  |  |
| --- | --- |
| ● ddc = 3 A.dm-2  ● ρ = 7,14 g.cm-3  ● Rc = 98 % | ● Mzinc = 65,4 g.mol-1  ● n = 2  ● Pour rappel, 1 Faraday = 96500 C.mol-1 |

1. **Présenter** la gamme de traitement d’un zingage électrolytiqueen tenant compte des hautes résistances mécaniques de l’acier 30CrNiMo8.
2. **Écrire** la désignation normalisée du dépôt appliqué aux vis de fixation par le zingage électrolytique proposé ci-dessus.
3. **Citer** deux moyens de contrôle non destructifs de l’épaisseur du revêtement.

**Barème**

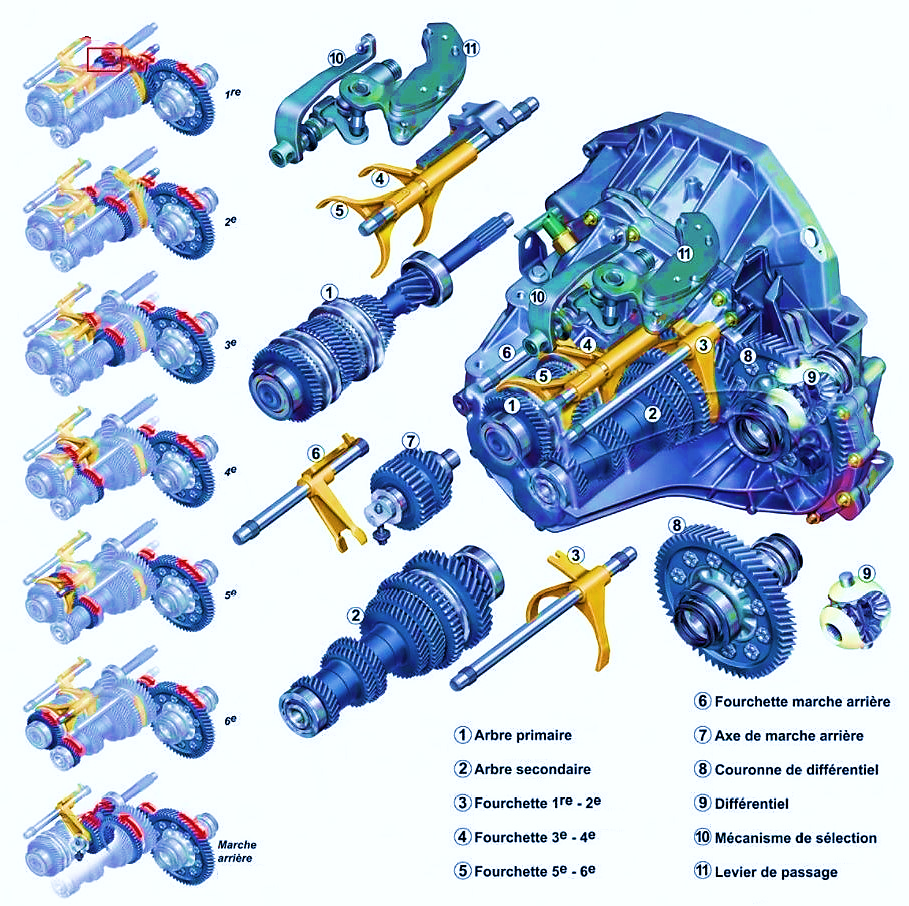
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Partie I (6 points)** | | | | | | |
| **Questions** | I.1 | I.2.1 | I.2.2 | I.2.3 | I.2.4 | I.3 |
| **Points** | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Partie II (7 points)** | | | | | | | |
| **Questions** | II.1.1 | II.1.2 | II.2 | II.3.1 | II.3.2.1 | II.3.2.2 | II.3.2.3 |
| **Points** | 1,5 | 1 | 1,5 | 0,5 | 1 | 0,5 | 1 |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Partie III (7 points)** | | | | | | |
| **Questions** | III.1 | III.2 | III.3 | III.4 | III.5 | III.6 |
| **Points** | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |

**Annexe 1**

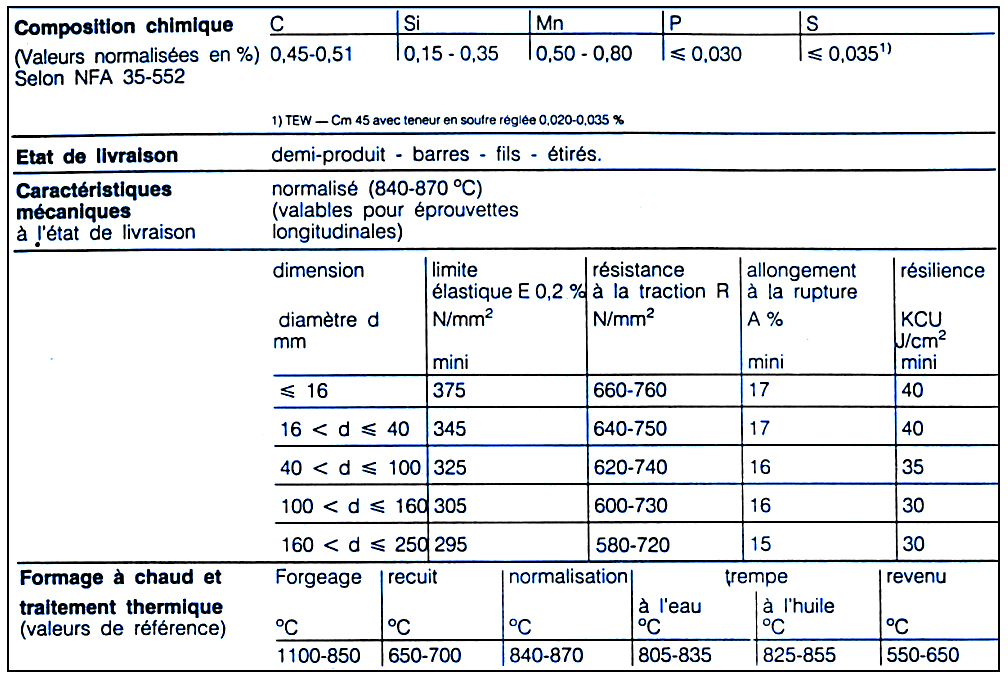
**Anatomie et cinématique d’une boîte à vitesse manuelle 6 vitesses TL4.**

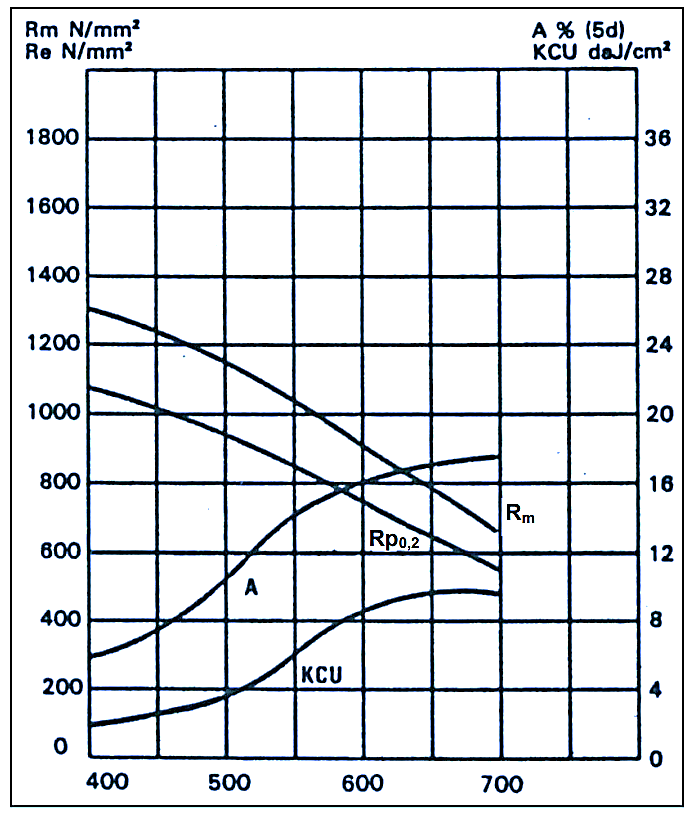


(Source Renault)

**Annexe 2a : à rendre avec la copie**

**Fiche technique de l’acier C45**

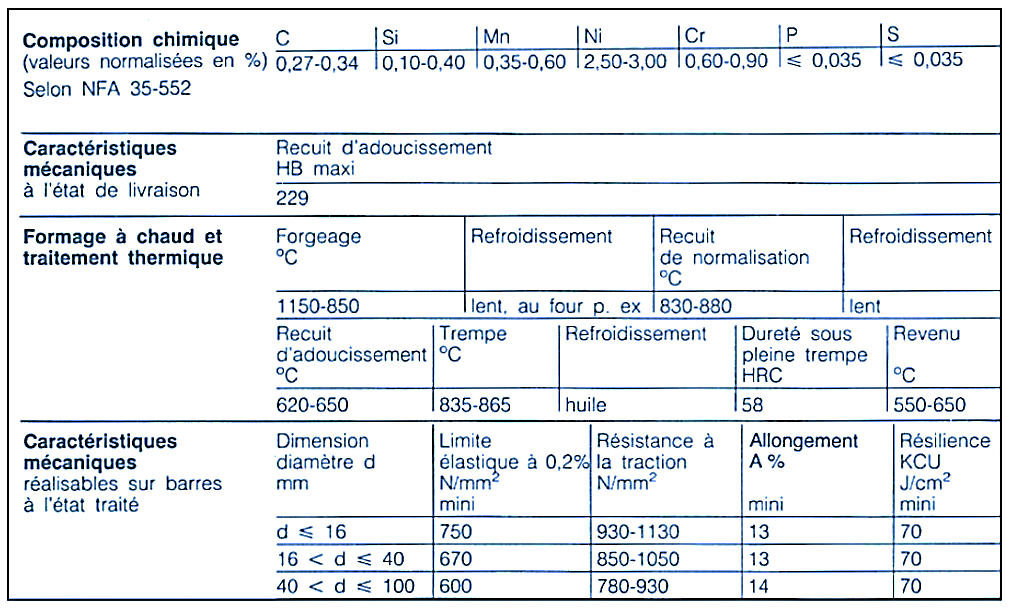


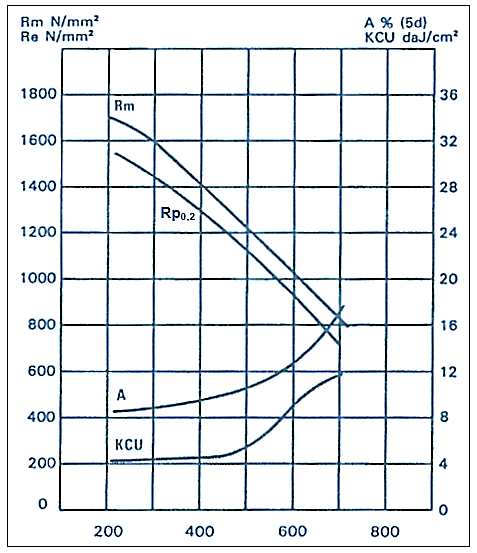


**Diagramme de revenu après trempe à l’huile**

**Annexe 2b : à rendre avec la copie**

**Fiche technique de l’acier 30NiCr11**

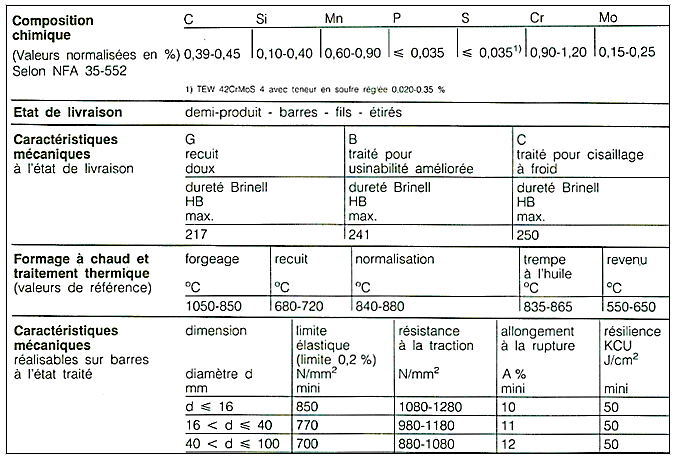


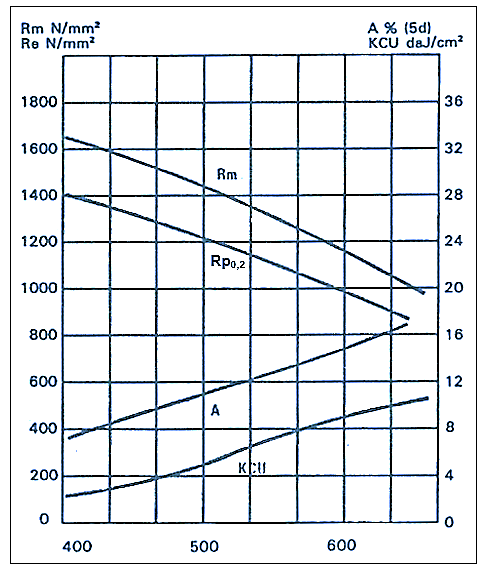


**Diagramme de revenu après trempe huile**

**Annexe 2c : à rendre avec la copie**

**Fiche technique de l’acier 42CrMo4**

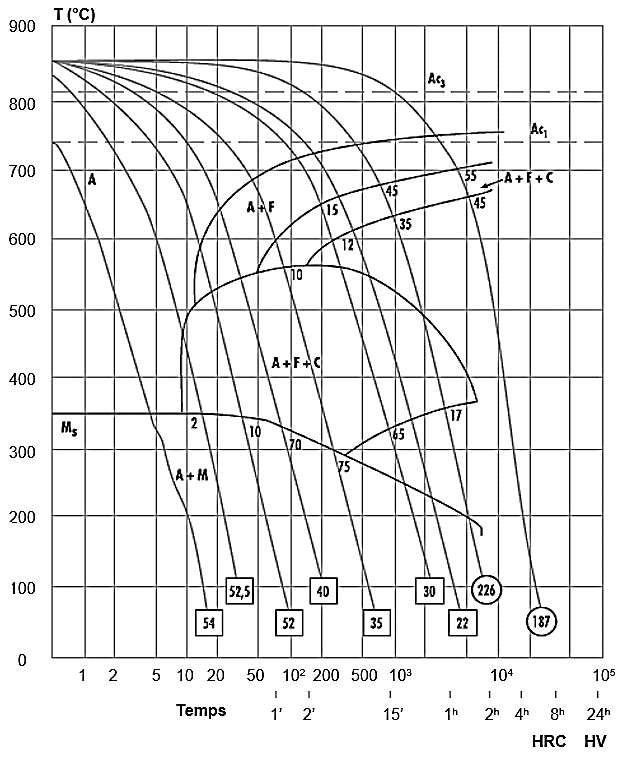




**Diagramme de revenu après trempe huile**

**Annexe 3 : à rendre avec la copie**

**Diagramme TRC de l’acier retenu**



**Annexe 4 : à rendre avec la copie**

**Courbe de traction du fournisseur – Acier 30CrNiMo8**

