

**BTS INDUSTRIES DU CUIR**  
**Tannerie-mégisserie**

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIE – U 31

**Durée : 4 H**

**Coefficient : 3**

**Calculatrice autorisée**

<b>BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie</b>		<b>SESSION 2003</b>
<b>CODE : INE3SC</b>	<b>DUREE : 4 H</b>	<b>Coefficient : 3</b>
<b>EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE – U. 31</b>		<b>Page 1/9</b>

# BTS tannerie - mégisserie

## Session 2003

*Le sujet comporte 3 parties A, B et C obligatoires et indépendantes.*

### A. CHIMIE ORGANIQUE ( 20 points ).

#### Les polymères synthétiques et naturels.

Depuis le développement de la pétrochimie, les industries chimiques fabriquent de plus en plus de polymères synthétiques. Certaines fibres tissées sont utilisées dans l'habillement, la protection vestimentaire, l'ameublement, la décoration, etc. Le cuir, produit naturel, garde encore tout son charme et son utilité reste parfois irremplaçable. Mais l'étude de la synthèse et des propriétés des polymères synthétiques est incontournable car ils sont présents dans tous les domaines industriels et dans la vie quotidienne.

#### 1. LE POLYETHYLENE.

Le **polyéthylène** est un des polymères les plus utilisés. Il est fabriqué à partir d'éthylène (éthène). Ce dernier, sous pression et en présence d'initiateurs, peut former des macromolécules.

1.1. La polymérisation de l'éthylène est de type radicalaire. Donner les diverses phases de ce mécanisme chimique.

1.2. Le polymère obtenu est dit "thermoplastique". Que signifie ce terme et quels sont les caractéristiques essentielles d'un tel polymère ?

#### 2. LES POLYESTERS.

Outre leurs grandes applications comme fibres synthétiques, certains **polyesters** sont aussi utilisés pour la fabrication de colles, de vernis et de peintures.

Avec un diacide tel que l'acide orthophtalique (benzène-1,2-dicarboxylique), le glycérol (propane-1,2,3-triol) peut former un polyester tridimensionnel (résine glycérophthalique).

2.1. Rappeler brièvement les caractéristiques d'une réaction d'estérification.

2.2. Donner l'équation-bilan de la réaction entre l'acide orthophtalique et le glycérol (écrire les formules semi-développées).

2.3. A laquelle des 2 grandes familles de polymères appartient ce polyester (expliquer la raison de votre choix) ?

2.4. Quel procédé de fabrication utilise-t-on pour obtenir cette "peinture" glycérophthalique ?

<b>BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie</b>		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE – U. 31		Page 2/9

### 3. L'ALANINE.

Les protéines, assemblage d'acides aminés, sont de véritables polymères naturels que l'on retrouve notamment dans la composition de la peau. L'alanine est un des acides aminés utilisés par l'organisme pour synthétiser diverses protéines.

Dans la nomenclature officielle, l'alanine est l'acide 2-amino propanoïque.

3.1. Ecrire la formule semi-développée de l'alanine, entourer et nommer les fonctions qu'elle présente.

En solution aqueuse, l'alanine est sous la forme d'une entité dipolaire.

3.2. Donner le terme général désignant cette entité et écrire sa formule semi-développée.

L'alanine, en solution aqueuse intervient dans deux équilibres. Chaque équilibre correspond à un couple acide - base caractérisé par un  $pK_a$ . Leurs valeurs sont  $pK_{a1} = 2,4$  et  $pK_{a2} = 9,8$ .

3.3. Ecrire les deux couples acide-base de l'alanine.

3.4. Ecrire les équations des réactions intervenant entre les formes acides de chacun des couples et l'eau.

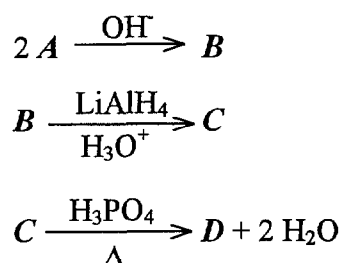
3.5. Quelle est l'espèce prépondérante pour l'alanine dans la solution aqueuse d'alanine de  $pH$  égal à 2 ?

3.6. Calculer la valeur du  $pH$  au point isoélectrique d'une solution d'alanine.

### 4. PREPARATION D'UN DIENE CONJUGUE.

Le SBS, copolymère contenant un diène conjugué, est un caoutchouc dur utilisé pour des objets comme, par exemple, les semelles des chaussures.

La synthèse du diène (composé *D*) à partir du composé *A* est obtenue par la suite de réactions présentées ci-dessous :



Composé *A* :

C'est un aldéhyde dérivant d'un alcane aliphatique linéaire. Sa masse molaire moléculaire est  $M_A = 44 \text{ g.mol}^{-1}$ .

Composé *B* :

Le traitement d'un aldéhyde en milieu légèrement basique provoque une réaction de condensation : l'adolisation. Une spectroscopie IR permet de mettre en évidence le groupe fonctionnel O-H (caractéristique des alcools) et le groupe fonctionnel C=O (caractéristique des aldéhydes et cétones) sur *B*.

BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE - U. 31		Page 3/9

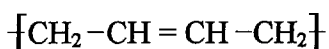
*Composé C :*

L'action du tétrahydroaluminat de lithium ( $\text{LiAlH}_4$ ) en milieu acide, sur le composé *B*, permet le passage de la fonction aldéhyde à la fonction alcool. *C* est un diol pouvant se trouver sous deux formes optiquement actives.

*Composé D :*

*D* est le plus simple des diènes conjugués.

Sous une pression de 100 bars, à 200 °C, *D* donne un polymère *F* dont le motif élémentaire est :



- 4.1. Donner la formule générale d'un aldéhyde.
- 4.2. Donner la formule semi-développée de *A* et son nom en nomenclature officielle.
- 4.3. Donner la formule semi-développée de *B* et son nom en nomenclature officielle.
- 4.4. Donner la formule semi-développée de *C* et son nom en nomenclature officielle.
- 4.5. Indiquer pourquoi *C* présente une particularité stéréochimique et nommer cette particularité.
- 4.6. Donner la formule semi-développée de *D* et son nom en nomenclature officielle.
- 4.7. Sur les diènes conjugués, on observe une délocalisation des électrons ; indiquer les formes mésomères possibles pour la molécule *D*.
- 4.8. Le motif élémentaire de *F* est de configuration *E* ; représenter l'enchaînement de 3 de ces motifs.

<b>BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie</b>		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE - U. 31		Page 4/9

## B - CHIMIE INORGANIQUE (20 points).

### Tannage mixte chrome-aluminium.

Après un tannage au chrome, on peut détanner superficiellement un cuir pour le retanner avec de l'aluminium afin de le blanchir.

#### 1. OPERATION DE DETANNAGE.

- 1.1. Représenter le complexe chrome-collagène qui se forme lors du tannage de la peau.
- 1.2. Quelle méthode est utilisée pour détanner le cuir ?

#### 2. L'ALUMINIUM METALLIQUE.

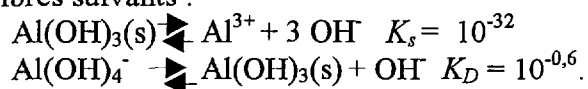
- 2.1. Donner la configuration électronique de l'atome d'aluminium.
- 2.2. Montrer que l'on peut théoriquement envisager, pour les formes les plus stables de l'aluminium, les nombres d'oxydation I et III.
- 2.3. Montrer que l'eau doit théoriquement attaquer l'aluminium. Pourquoi cette réaction n'a lieu qu'en milieu très basique ou en milieu très acide ?

#### Données :

- numéro atomique de l'aluminium :  $Z = 13$ .
- masse molaire atomique de l'aluminium :  $M = 26,982 \text{ g.mol}^{-1}$ .
- électronégativité de l'aluminium :  $\chi = 1,61$ .
- potentiel standard des couples redox à 25 °C :
  - $\text{Al}^{3+}/\text{Al}$  ;  $E^\circ = -1,66\text{V}$  et  $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_2$  ;  $E^\circ = 0,00\text{V}$ .

#### 3. SOLUBILITE DE L'ALUMINIUM.

On considère les trois espèces suivantes :  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ . En solution aqueuse, on a les deux équilibres suivants :

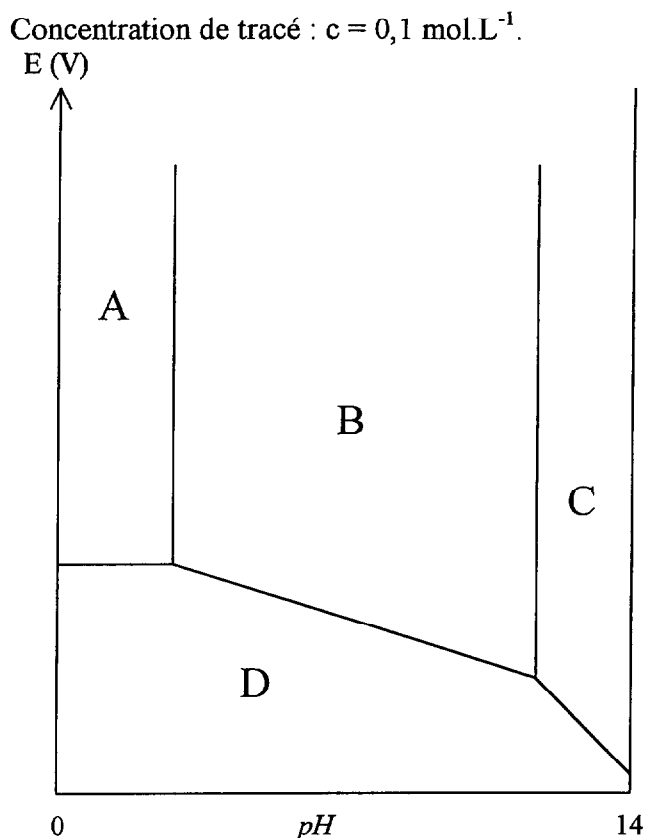


- 3.1. Définir la solubilité  $s$  de l'aluminium III.
- 3.2. On prend la convention :  $[\text{Al}^{3+}] + [\text{Al}(\text{OH})_4^-] \leq 0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ . Tracer le diagramme logarithmique  $\log s = f(\text{pH})$ , en faisant, dans les domaines appropriés, les approximations qui permettent de simplifier l'étude ( $\log$  représente le logarithme décimal).
- 3.3. En déduire une valeur de  $\text{pH}$  possible pour un tannage à l'aluminium.

BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE - U. 31		Page 5/9

#### 4. DIAGRAMME POTENTIEL- $pH$ .

On donne l'allure du diagramme potentiel- $pH$  de l'aluminium tracé en ne considérant que les espèces chimiques suivantes,  $Al_{(s)}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)_3(s)$ ,  $Al(OH)_4^-$ . Chaque zone de prédominance est repérée par une lettre A, B, C ou D. Associer à chaque lettre, l'espèce chimique correspondant au domaine. Justifier.



#### 5. ANALYSE DU CHROME RESIDUEL DANS UN BAIN DE TANNAGE.

Une liqueur de chrome a une concentration en  $Cr_2O_3$  de  $174,8 \text{ g.L}^{-1}$ . Après l'opération de tannage la liqueur est au moins épuisée à 95%.

- 5.1. Quelle est la concentration molaire initiale en ions chrome III,  $Cr^{3+}$ , dans la liqueur ?
- 5.2. Quelle est la concentration molaire maximale en ions chrome III,  $Cr^{3+}$ , dans le bain résiduel, en admettant que le volume n'a pas varié ?
- 5.3. Décrire les différentes étapes du dosage du chrome III dans une liqueur par la méthode à l'acide perchlorique. Ecrire les équations des réactions chimiques mises en jeu.
- 5.4. La solution de thiosulfate de sodium utilisée dans ce dosage a une concentration molaire  $c$  égale à  $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ . Proposer un mode opératoire pour ce dosage en précisant bien les volumes de réactifs à prélever et la verrerie à utiliser.

<b>BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie</b>		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE – U. 31		Page 6/9

## TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

<b>1</b>																	<b>2</b>
<b>H</b> 1																	<b>He</b> 4,003
<b>3</b>	<b>4</b>											<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<b>Li</b> 6,941	<b>Be</b> 9,012											<b>B</b> 10,81	<b>C</b> 12,01	<b>N</b> 14,01	<b>O</b> 16,00	<b>F</b> 19,00	<b>Ne</b> 20,18
<b>11</b>	<b>12</b>											<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
<b>Na</b> 22,99	<b>Mg</b> 24,31											<b>Al</b> 26,98	<b>Si</b> 28,09	<b>P</b> 30,97	<b>S</b> 32,07	<b>Cl</b> 35,45	<b>Ar</b> 39,95
<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>36</b>
<b>K</b> 39,10	<b>Ca</b> 40,08	<b>Sc</b> 44,96	<b>Ti</b> 47,88	<b>V</b> 50,94	<b>Cr</b> 52,00	<b>Mn</b> 54,94	<b>Fe</b> 55,85	<b>Co</b> 58,93	<b>Ni</b> 58,69	<b>Cu</b> 63,55	<b>Zn</b> 65,39	<b>Ga</b> 69,72	<b>Ge</b> 72,59	<b>As</b> 74,92	<b>Se</b> 78,96	<b>Br</b> 79,90	<b>Kr</b> 83,80
<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>42</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>47</b>	<b>48</b>	<b>49</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>52</b>	<b>53</b>	<b>54</b>
<b>Rb</b> 85,47	<b>Sr</b> 87,62	<b>Y</b> 88,91	<b>Zr</b> 91,22	<b>Nb</b> 92,21	<b>Mo</b> 95,94	<b>Tc</b> 98,91	<b>Ru</b> 101,1	<b>Rh</b> 102,9	<b>Pd</b> 106,4	<b>Ag</b> 107,9	<b>Cd</b> 112,4	<b>In</b> 114,8	<b>Sn</b> 118,7	<b>Sb</b> 121,8	<b>Te</b> 127,6	<b>I</b> 126,9	<b>Xe</b> 131,3
<b>55</b>	<b>56</b>	<b>57</b>	<b>72</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>75</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>79</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>83</b>	<b>84</b>	<b>85</b>	<b>86</b>
<b>Cs</b> 132,9	<b>Ba</b> 137,3	<b>*La</b> 138,9	<b>Hf</b> 178,5	<b>Ta</b> 180,9	<b>W</b> 183,9	<b>Re</b> 186,2	<b>Os</b> 190,2	<b>Ir</b> 192,2	<b>Pt</b> 195,1	<b>Au</b> 197,0	<b>Hg</b> 200,6	<b>Tl</b> 204,4	<b>Pb</b> 207,2	<b>Bi</b> 209,0	<b>Po</b> 210,0	<b>At</b> 210,0	<b>Rn</b> 222,0
<b>87</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>104</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>107</b>	<b>108</b>	<b>109</b>									
<b>Fr</b> 223,0	<b>Ra</b> 226,0	<b>#Ac</b> 227,0	261	262	263	262	265	267									

<b>58</b>	<b>59</b>	<b>60</b>	<b>61</b>	<b>62</b>	<b>63</b>	<b>64</b>	<b>65</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>68</b>	<b>69</b>	<b>70</b>	<b>71</b>
<b>*Ce</b> 140,1	<b>Pr</b> 140,9	<b>Nd</b> 144,2	<b>Pm</b> 144,9	<b>Sm</b> 150,4	<b>Eu</b> 152,0	<b>Gd</b> 157,3	<b>Tb</b> 158,9	<b>Dy</b> 162,5	<b>Ho</b> 164,9	<b>Er</b> 167,3	<b>Tm</b> 168,9	<b>Yb</b> 173,1	<b>Lu</b> 175,0
<b>90</b>	<b>91</b>	<b>92</b>	<b>93</b>	<b>94</b>	<b>95</b>	<b>96</b>	<b>97</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>102</b>	<b>103</b>
<b>#Th</b> 232,0	<b>Pa</b> 231,0	<b>U</b> 238,0	<b>Np</b> 237,0	<b>Pu</b> 239,1	<b>Am</b> 243,1	<b>Cm</b> 247,1	<b>Bk</b> 247,1	<b>Cf</b> 252,1	<b>Es</b> 252,1	<b>Fm</b> 257,1	<b>Md</b> 256,1	<b>No</b> 259,1	<b>Lr</b> 260,1

## C- PHYSIQUE (20 POINTS).

### I. PROJECTION DE DIAPOSITIVES COLOREES.

On veut brancher un projecteur de diapositives (24 V ; 50 Hz) sur le secteur électrique (réseau monophasé : 220 V ; 50 Hz). Ceci nécessite l'utilisation d'un transformateur. Un courant d'intensité efficace  $I_{eff} = 2,5$  A alimente le projecteur qui peut être assimilé à un conducteur ohmique lors de son fonctionnement.

1. Le transformateur utilisé est considéré comme parfait.
  - 1.1. Nommer les principaux constituants d'un transformateur. Faire un schéma.
  - 1.2. Calculer, dans le cas du branchement du projecteur, les caractéristiques du transformateur :
    - rapport de transformation.
    - nombre de spires du secondaire sachant que le primaire comporte 1200 spires.
    - valeur de l'intensité efficace du courant au primaire.
  
2. En réalité, le transformateur présente des pertes qui s'élèvent à 7 W.
  - 2.1. Quelle est la puissance active fournie au projecteur ?
  - 2.2. Calculer le rendement du transformateur.
  
3. Le projecteur émet une lumière blanche. Il éclaire un écran sur lequel sont collées 3 bandes de cuirs de couleur blanche, rouge et noire. On dispose de trois filtres : cyan, jaune et magenta.
  - 3.1. Le graphique, représenté en figure 1, correspond à l'évolution du facteur de transmission T d'un des trois filtres en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ .
    - a. Quelle est la couleur absorbée par ce filtre ?
    - b. Déterminer la couleur de ce filtre observé en lumière blanche.
  - 3.2. On place le filtre cyan sur le projecteur. De quelle couleur apparaissent les différentes bandes de cuir ?
  - 3.3. On superpose les filtres jaune et magenta sur le projecteur.
    - a. Quelles sont les couleurs absorbées par l'ensemble des 2 filtres ?
    - b. Quelles sont les couleurs transmises par l'ensemble des 2 filtres ?
    - c. De quelle couleur apparaissent les différentes bandes ?
    - d. Même question si l'on place les trois filtres sur le projecteur.

<b>BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie</b>		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE – U. 31		Page 8/9



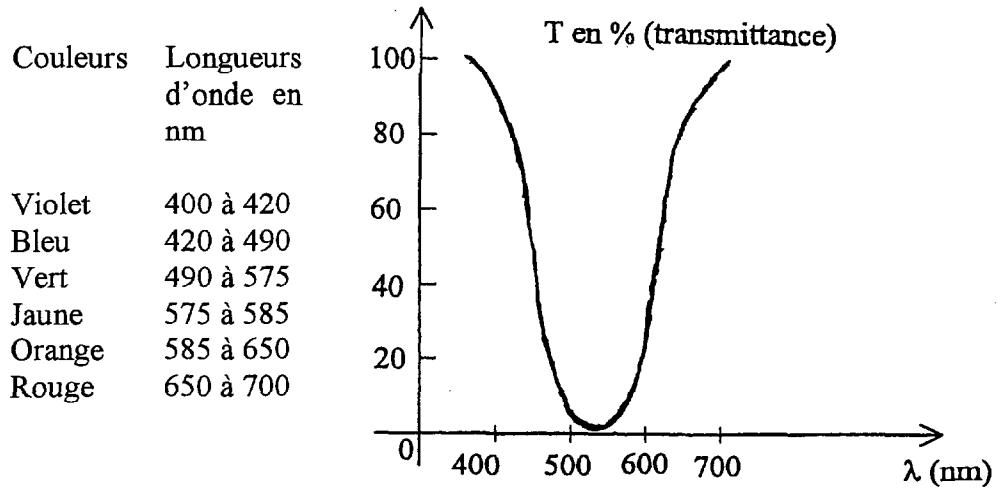


Figure 1

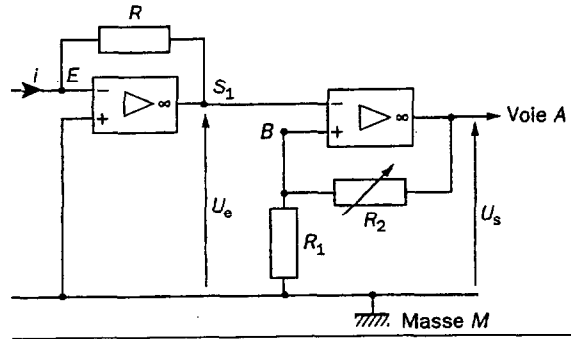
**II. MESURE D'UNE FAIBLE INTENSITE DE COURANT.**

Pour mesurer une faible intensité  $i$  de courant avec un oscilloscope, on convertit tout d'abord le courant en une tension ; celle-ci est ensuite amplifiée avant d'être mesurée par un voltmètre.

1. Donner la relation qui lie la tension  $U_e$  à  $i$  et à  $R$ .
2. Un amplificateur non inverseur permet d'amplifier la tension  $U_e$ . Exprimer le facteur d'amplification ( $U_s / U_e$ ) de ce montage en fonction des résistances  $R_1$  et  $R_2$ .
3. Application :
 

$R$  est une résistance étalonée à la valeur de  $1\text{ k}\Omega$ ,  $R_1$  a pour valeur  $500\ \Omega$  et  $R_2$  est une résistance ajustable de  $0$  à  $100\text{ k}\Omega$ .

  - a. Quelle doit être la valeur de  $R_2$  pour que le facteur d'amplification soit égal à  $200$  ?
  - b. On mesure alors la tension  $U_s$  sur un voltmètre et on lit la valeur  $U_s = -3\text{ V}$ .  
Quelle est la valeur de l'intensité  $i$  du courant ?



BTS INDUSTRIES DU CUIR tannerie-mégisserie		SESSION 2003
CODE : INE3SC	DUREE : 4 H	Coefficient : 3
EPREUVE DE SCIENCES PHYSIQUES CHIMIE - U. 31		Page 9/9