

# **BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**

## **TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX**

### **SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES**

**Sous-épreuve spécifique à chaque option**

**Option B – Traitements de surface**

**- U4.4B -**

SESSION 2021

---

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.

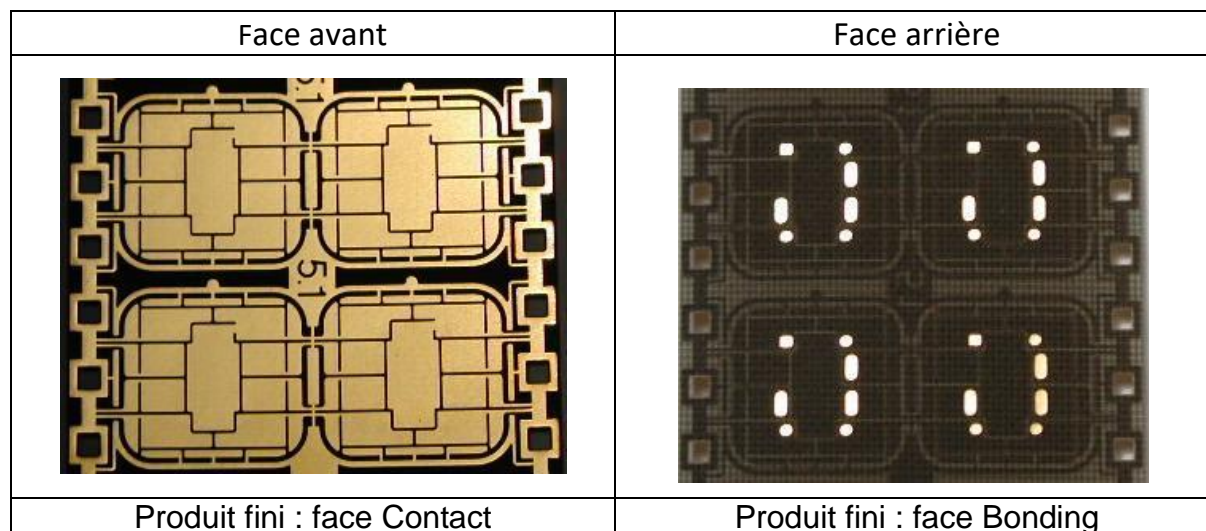
Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.  
Le sujet comporte 10 pages, numérotées de 1/10 à 10/10.

|   |              |              |
|---|--------------|--------------|
| BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles                    |              | Session 2021 |
| Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B<br>Option B : Traitements de Surfaces | Code : TM44B | Page 1/10    |

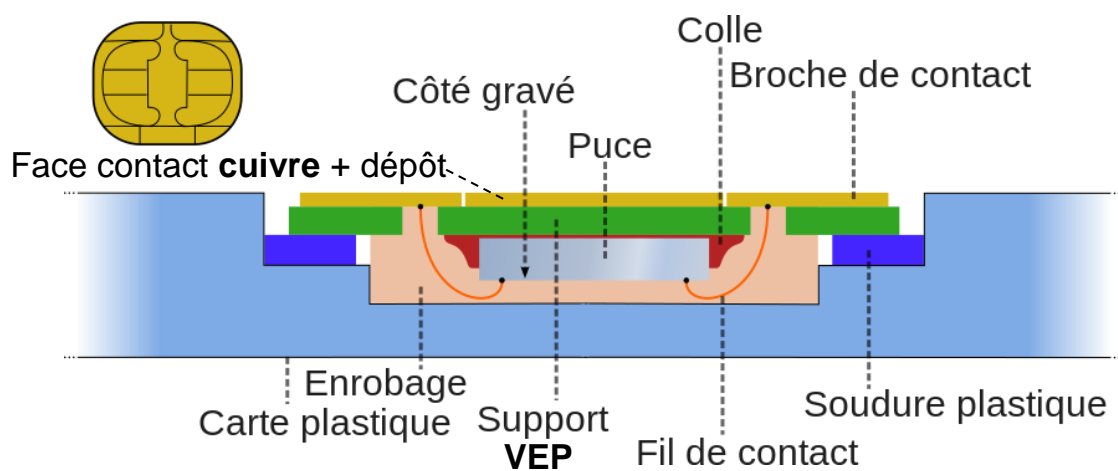
Une société de fabrication de circuits flexibles gravés (FEC) pour les cartes à puces produit des connecteurs électroniques. Ces derniers sont des dispositifs destinés à la transmission de courant et de signaux électroniques entre deux éléments.

Ces connecteurs électroniques sont des microcircuits, sur lesquels les cartes électroniques sont placées. L'ensemble constitue une carte à puce.

Les images, ci-après, montrent un exemple de produit en « face avant » qui représente la « face contact », ainsi qu'en « face arrière » qui représente la « face bonding ».



Les fabricants de puce ainsi que les encarteurs viennent ensuite coller et connecter leur puce sur les microcircuits. Le micromodule ainsi assemblé est encapsulé dans la carte plastique dite « **carte à puce** » (**schéma 1**).



**Schéma 1 : coupe de l'assemblage « carte à puce »**

Les applications sont diverses :

- Cartes bancaires et cartes sans contact
- Cartes santé (dont cartes vitales)

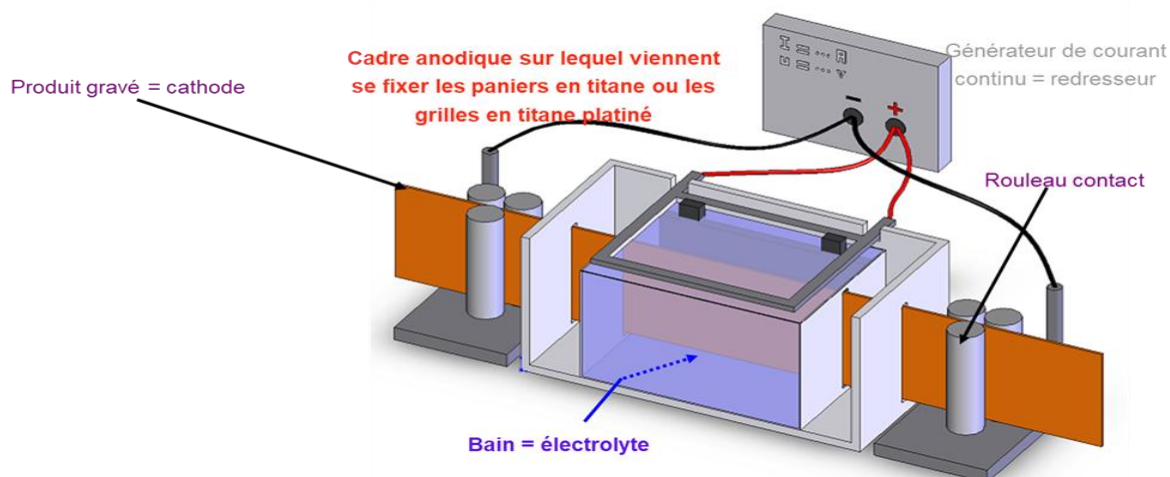
Le procédé de fabrication du substrat (connecteur) se déroule en plusieurs étapes mécanique et chimique. Les connecteurs ont pour matière première des rouleaux de **cuivre** et un **support VEP (en fibre de verre liée par de la colle époxy)**. Ils sont découpés dans les dimensions souhaitées et mis en bobine. Ci-dessous, la gamme de traitement :

- 10 Matière première
- 20 Sablage humide
- 30 Adhésivage
- 40 Perforation
- 50 Complexage
- 60 Réticulation
- 70 Désoxydation
- 80 Laminage film sec
- 90 Insolation
- 100 Développement gravure strippage
- 110 Métallisation (atelier traitement électrolytique)
- 120 Contrôle

La métallisation s'effectue sur le produit gravé en cuivre. C'est une opération qui assure la déposition de **nickel**, d'**or** et de **palladium** pour adapter le produit aux conditions d'utilisation des clients :

- La « **face contact** » (face avant) doit être résistante à l'abrasion, à la corrosion et conductrice de courant.
- La « **face bonding** » (face arrière) doit être apte à la soudure de fils d'or.

Le produit est traité en défilement, appelé également en continu [reel-to-reel] : schéma ci-dessous.



**Schéma 2 : module d'une cuve pour du traitement en continu**

L'entreprise effectue principalement des dépôts d'**or** et de **nickel** sur un substrat en **cuivre**. Elle dépose également du **palladium** sur la couche d'Au/Ni. L'usine possède 4 lignes de traitements électrolytiques, chaque ligne étant constituée de 2 pistes fonctionnant indépendamment.

## Partie I – Préparation du substrat

Un sablage humide est réalisé, juste avant la phase d'adhésivage, sur la surface du support VEP (constituée de fibre de verre liée par colle époxy) et celle des bobines en cuivre. L'adhésivage consiste en une application d'adhésif liquide pour l'assemblage « support VEP/cuivre » (voir schéma 1 page 2).

**I.1** Expliquer le principe du sablage humide. Indiquer qualitativement la composition du mélange.

**I.2** Expliquer le rôle du sablage en vue de l'étape d'adhésivage.

Après sablage, lavage et séchage des rouleaux de cuivre, un **brillancemètre** est installé juste avant la bobine d'enroulement.

**I.3** Expliquer le but recherché par l'utilisation de ce brillancemètre.

Durant la phase de fabrication, l'entreprise réalise une désoxydation des bobines en cuivre, c'est un traitement chimique décapant.

**I.4** Citer les deux oxydes pouvant être présents à la surface du cuivre.

**I.5** Proposer, qualitativement, un bain de désoxydation permettant d'éliminer ces oxydes tout en respectant la législation en vigueur.

Après la désoxydation, la bobine passe dans un bain de **passivation** cuivreux.

**I.6** Indiquer l'intérêt de la passivation sur cuivre sachant que ces pièces peuvent être stockées en attente de l'étape suivante.

## Partie II – Traitement de nickelage brillant

Le premier revêtement réalisé sur la ligne de métallisation est un **nickelage**. Ce dépôt de nickel est appliqué sur un substrat en cuivre et avant une dorure.

**II.1** Expliquer les différents rôles joués par ce dépôt de nickel sur le cuivre.

Le bain utilisé est un NIAMOND103 de la société COVENTYA® - **annexe 1 page 8**. Ce procédé possède un **bon nivellement** et une **ductilité relativement élevée**.

**II.2** À l'aide d'un schéma, expliquer ce qu'est le nivellement. Expliquer, également, comment le quantifier.

D'après la composition du bain (**annexe 1 page 8**), on utilise des sels de chlorure de nickel hexahydraté et de l'acide borique.

**II.3** Détailler le rôle des ions chlorures dans le bain de nickelage.

**II.4** Expliquer la fonction de l'acide borique dans le bain de nickelage.

Après un dosage des éléments du bain de nickelage, le laboratoire d'analyses de la société trouve les résultats suivants :

$$\begin{aligned}[\text{Ni}^{2+}] &= 56 \text{ g.L}^{-1} \\ [\text{Cl}^-] &= 18 \text{ g.L}^{-1}\end{aligned}$$

**II.5** Sachant qu'on travaille avec les paramètres optimum (**annexe 1 page 8**), déterminer si le bain a besoin d'être rectifié.  
Dans l'affirmative, calculer les corrections à réaliser en concentration massique.

## Partie III – Traitement de dorure MetGold 3010C

Une fois le traitement de nickelage effectué, la société réalise une dorure avec le bain « MetGold 3010C(HS) » de la société « Métalor » (annexe 2). C'est un bain à haute vitesse de déposition, qui donne des codépôts **or-cobalt**.

**III.1** Dans le cas des cartes à puce, quelles sont les propriétés essentielles que doit apporter le codépôt **or-cobalt**.

**III.2** Indiquer l'anode à utiliser pour ce type de bain.

La société utilise un procédé de pré-dorure à l'aide du bain « MetGold Strike » juste avant le bain de charge. C'est un bain de **pré-dorure acide**.

**III.3** Indiquer la fonction de cette pré-dorure.

Le bain doit être filtré en continu, et de façon exceptionnelle sur des cartouches au charbon actif.

**III.4** Indiquer l'utilité d'une filtration sur des cartouches en polypropylène.  
Indiquer l'utilité d'une filtration sur des cartouches au charbon actif.

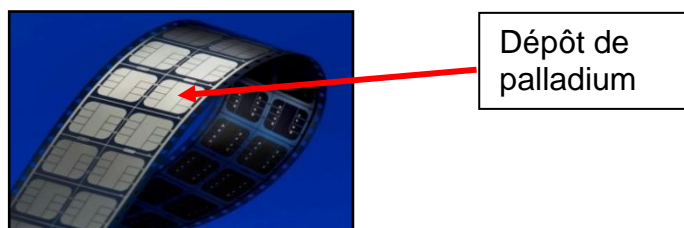
La notice du bain « MetGold 3010C (HS) » indique que pour chaque 60 ampère-minutes consommés, 3 grammes d'or sont déposés. L'ajout d'or dans le bain se fait par l'aurocyanure de potassium.

**III.5** Déterminer la quantité d'aurocyanure de potassium  $\text{KAu}(\text{CN})_2$  à ajouter pour 5 600 A.min consommés.

## Partie IV – Traitement de palladiage

La gamme de traitement des bobines des connecteurs de cette société préconise de terminer par un dépôt de palladium.

Les dépôts de palladium obtenus s'avèrent irréguliers et dépassent les limites process. Le technicien de laboratoire a pour mission d'améliorer la répartition des épaisseurs.



**IV.1** Proposer un moyen permettant d'apprécier la répartition des dépôts. Détailler votre réponse.

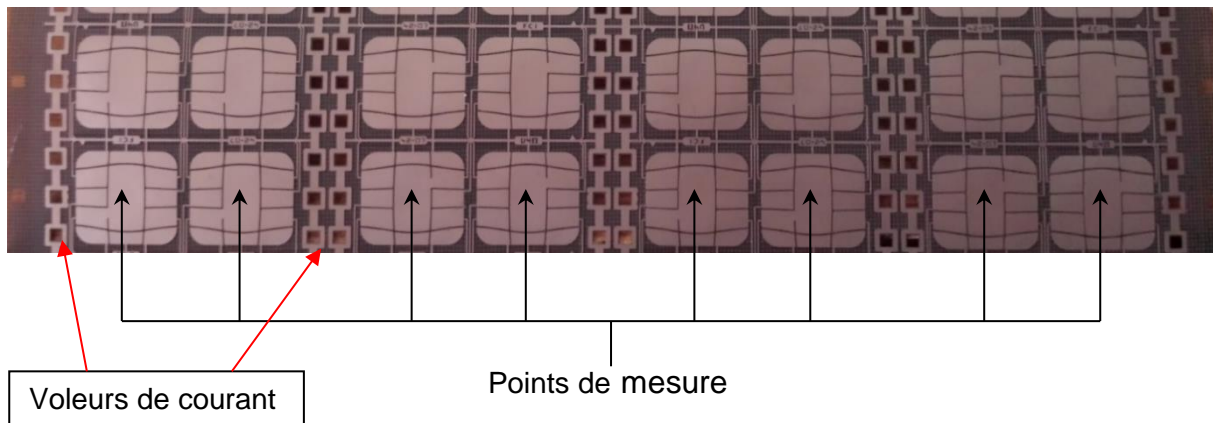
**IV.2** Lors du traitement en continu (**schéma 2 page 3**), on souhaiterait faire varier l'épaisseur selon le type de pièces traitées :  
Indiquer les différentes modifications à envisager sur la chaîne de production en vue d'une action sur l'épaisseur de déposition (sans toutefois modifier la composition du bain).

À la fin du traitement d'une bobine, on constate que le dépôt de palladium présente de la piqûration.

**IV.3** Expliquer l'origine de cette piqûration. Proposer une solution pour la diminuer.

## Partie V – Contrôles et rinçages

À la fin de la gamme de fabrication et de métallisation, il est nécessaire de procéder au contrôle des épaisseurs des différents dépôts effectués. Ci-dessous une photo représentant les différents points de mesures, ainsi que la position des « voleurs de courant ».



**V.1** Proposer la méthode de mesure d'épaisseur la plus adéquate pour déterminer les épaisseurs des trois dépôts effectués. Justifier et expliquer le principe de mesure.

**V.2** Indiquer le rôle des voleurs de courant et leur influence.

Le bord des bobines est utilisé pour les contrôles d'adhérence et le contrôle d'aspect.

**V.3** Nous souhaitons contrôler l'adhérence des différents dépôts.  
Proposer une ou plusieurs méthodes.

Les phases de rinçage sont importantes lors de la gamme de métallisation des bobines.

**V.4** Indiquer les types de rinçage les plus judicieux à mettre en œuvre après les bains de dorure et de palladiage. Justifier votre réponse.

**V.5** Proposer une méthode pour récupérer ces métaux précieux dans les eaux de rinçage.

### Barème

|                   | <b>Q1</b> | <b>Q2</b> | <b>Q3</b> | <b>Q4</b> | <b>Q5</b> | <b>Q6</b> |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Partie I</b>   | 0,5       | 0,5       | 0,5       | 0,5       | 0,5       | 0,5       |
| <b>Partie II</b>  | 1         | 1         | 0,5       | 0,5       | 2         |           |
| <b>Partie III</b> | 1         | 0,5       | 1         | 1         | 2         |           |
| <b>Partie IV</b>  | 1         | 1         | 0,5       |           |           |           |
| <b>Partie V</b>   | 1         | 1         | 0,5       | 1         | 0.5       |           |

## Annexe 1 : extrait de la notice du bain de nickelage NIAMOND 103



### ▪ Equipements (suite)

#### ▪ Agitation cathodique :

6 à 8 mètres/minute (horizontale ou verticale)

#### ▪ Agitation à l'air :

La cuve devra être munie d'une rampe de distribution d'air, en PVC.

Cette rampe doit être lestée ou maintenue au fond de la cuve, parallèlement à la barre cathodique et dans le même plan vertical. Deux rangées de trous seront percées dans la rampe de la façon suivante :

- Diamètre : 3 mm
- Ecartement : 5 cm et en quinconce
- Disposition : à 45° de l'horizontale, dirigés vers le bas et en quinconce.

Un surpresseur muni d'un filtre à air doit fournir de l'air exempt d'huile et de matière solide, avec un débit de 20 L/min pour 10 cm de barre cathodique et une pression de 30 g/cm pour 10 cm de profondeur de cuve.

#### ▪ Filtration :

Une filtration en continu de l'électrolyte sur charbon actif est préconisée (le charbon actif doit être renouvelé fréquemment).

Les pompes de filtre doivent être caoutchoutées intérieurement ou en matière plastique agréée.

Le filtre sera muni de papiers filtrants sur support en carton ou de toile en polypropylène

### ▪ Conditions opératoires

| Paramètres                             |            | Tolérances                  | Optimum  |
|--|------------|-----------------------------|----------|
| Sulfate de nickel, 6 H <sub>2</sub> O  |            | 230 – 280 g/L               | 250 g/L  |
| Chlorure de nickel, 6 H <sub>2</sub> O |            | 55 – 65 g/L                 | 60 g/L   |
| Acide borique                          |            | 40 – 50g/L                  | 45 g/L   |
| NIAMOND 103 BRIGHTENER                 |            | 0,4 – 0,8 mL/L              | 0,6 mL/L |
| CRYSTAL CARRIER 55 S                   |            | 20 – 30 mL/L                | 25 mL/L  |
| CRYSTAL CARRIER 44                     |            | 0 – 4 mL/L                  |          |
| CRYSTAL SURFACT 46 M <sup>(1)</sup>    |            | 4 – 6 mL/L                  |          |
| CRYSTAL SURFACT 47 A <sup>(2)</sup>    |            | 8 – 12 mL/L                 |          |
| CRYSTAL SURFACT 48 A <sup>(2)</sup>    |            | 2 – 5 mL/L                  |          |
| pH                                     |            | 4,2 – 4,8                   | 4,4      |
| Température                            |            | 55 – 60°C                   | 60°C     |
| Densité de courant                     | cathodique | 3 – 5 A/dm <sup>2</sup>     |          |
|  | Anodique   | 1,5 – 2,5 A/dm <sup>2</sup> |          |
| Vitesse de dépôt à 5 A/dm <sup>2</sup> |            | 1 µm/min                    |          |

<sup>(1)</sup> Additif pour l'agitation mécanique

<sup>(2)</sup> Additif pour l'agitation à l'air

<sup>(1)</sup> Tension superficielle : 30 – 35 mN/m

<sup>(2)</sup> Tension superficielle : 40 – 50 mN/m



## Annexe 2 : Extrait de la notice du bain de dorure MetGold 3010C (HS)

### Bath Maintenance

#### Gold and Alloy Metal Replenishment

Replenishment should be based on analysis, but the following figures (assuming 40% efficiency, i.e. 50 mg/ampere-minute) may be used as a guide:

| bath volume litres | replenisher interval (max) ampere-mins | gold metal addition (g) | gold potassium cyanide (g) | 2010C (HS) replenisher brightener (ml) | 2010C(HS) replenisher additive (ml) |
|--------------------|--|-------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|
| 50                 | 500                                    | 25                      | 36.8                       | 25                                     | 25                                  |
| 100                | 1000                                   | 50                      | 73.5                       | 50                                     | 50                                  |
| 200                | 2000                                   | 100                     | 147                        | 100                                    | 100                                 |

Approximately 3 grams of gold will be deposited for each 60 ampere-minutes consumed

#### Cobalt Maintenance

The **MetGold 3010 C (HS)** Replenishment Unit contains sufficient cobalt to replenish in the vast majority of applications.

However, under certain operating conditions brightener will be consumed at higher or lower rates, and for this reason the level in solution should be checked by analysis.

To lower the cobalt stop adding replenisher brightener until the cobalt content falls below the optimum.

To increase, add **MetGold 3010 C (HS)** Maintenance Brightener. An addition of 2 ml/l will increase the cobalt by 0.1 g/l.

#### Additive Maintenance

Similarly, the Engold 2010C (HS) Replenishment Unit contains sufficient organic additive to replenish the majority of baths. However, its level should be periodically checked by analysis.

To lower additive stop adding replenisher additive during replenishment.

To increase, add Engold 2010 Maintenance Additive. An addition of 2 ml/l will increase additive concentration by 0.1 g/l.

#### pH Control

The pH of the solution will rise slowly during use and should be checked periodically. To lower the solution pH add 12 ml of 50% w/v citric acid per litre of solution, to give a reduction in pH of 0.1 units. Should it become necessary to raise the solution pH add 3.5 ml of 50% w/v potassium hydroxide for each litre of solution to raise the pH by 0.1 units.

#### Salt Balance

Occasional additions of **MetGold 3010 C (HS)** Balance Salts may be necessary due to salt imbalance. Salt balance can be analysed - for a method refer to Technical Service / R&D team.

#### Solution Density

Should it become necessary to increase solution density due to high drag-out, then an addition of 16 g/l Engold Conducting Salts per litre of electrolyte will raise the solution density by 1° Bé measured at 20°C.

|   |  |                            |
|---|--|----------------------------|
| BTS TRAITEMENTS DES MATÉRIAUX Sciences et Techniques Industrielles                    |  | Session 2021               |
| Sous-épreuve spécifique à chaque option – U4.4B<br>Option B : Traitements de Surfaces |  | Code : TM44B<br>Page 10/10 |

Ia

IIa

IIIa

IVa

Va

VIa

VIIa

VIII

IB

IIB

IIIB

IVB

VB

VIB

VIIb

0

0,07

1

H

Hydrogène

1,0

0,53

3,01

Li

Lithium

6,9

0,97

11,74

Na

Sodium

23,0

0,86

19,15

203

K

Potassium

39,1

1,53

37,26

384,47

Rb

Rubidium

85,5

1,9

55,35

566,17

Cs

Césium

132,9

87

88

89

104

Fr

Francium

223,0

214,51

226,1

237,19

247,43

257,86

268,9

278,9

288,96

297,14

305,91

315,32

325,72

334,79

343,12

352,6

362,6

372,6

384,47

395,49

408,4

4110,2

4211,5

4312,2

4412,4

4512

4610,5

478,65

487,31

497,3

506,82

516,24

521,94

533,06

543,06

553,5

566,17

5713,1

58,9

88,9

91,2

92,9

95,9

99,0

101,1

102,9

106,4

107,9

112,4

114,8

118,7

121,8

127,6

131,3

137,3

178,5

181,0

183,9

186,2

190,2

192,2

195,1

197,0

200,6

204,4

207,2

209,0

210,0

222,0

223,0

227,0

264,0

IIa

IIb

IIc

IIId

IIIf

IIIg

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf

IIIf